

電源開発株式会社
大間原子力発電所

敷地周辺（海域）の地質に関する
個別検討事項について

平成16年6月
原子力発電安全審査課

目次

1. 検討目的	1-1
2. 敷地前面海域の既存地質文献と申請者による調査	2-1
3. 敷地前面海域の音響層序区分	3-1
4. 敷地前面海域の音響層序毎の時代	4-1
4.1 海上ボーリング調査による対比	4-1
(1) 大間沖の地質	4-1
(2) 大間沖におけるE層内の地層区分	4-1
4.2 採泥調査による対比	4-3
(1) 大間海脚付近	4-3
(2) 平館海峡付近	4-3
(3) 尻屋海脚付近	4-4
4.3 既存地質文献との対比	4-4
(1) 鉄道建設公団(1989)による「青函トンネル地質図」	4-4
(2) 海上保安庁水路部(1981)「恵山岬」	4-5
(3) 奥田(1993)「下北半島沖」(地質調査所)	4-6
4.4 陸域に分布する地層との対比	4-7
(1) 今別付近	4-7
(2) 上磯付近	4-7
4.5 敷地前面海域の音響層序毎の時代	4-7
5. 検討結果	5-1
6. 参考文献	6-1

1. 検討目的

敷地前面海域の地質層序区分及び時代対比に係る以下の個別検討事項に関し、申請者により実施された検討結果の妥当性について、検討を行う。

- 1) 敷地前面海域の既存地質文献と申請者による調査
- 2) 敷地前面海域の音響層序区分
- 3) 敷地前面海域の音響層序毎の時代

2. 敷地前面海域の既存地質文献と申請者による調査

敷地周辺海域の既存地質文献範囲を図-2.1 に示す。地質調査所(現 独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)(以下「地質調査所」という。), 運輸省海上保安庁水路部(現 国土交通省海上保安庁海洋情報部)(以下「海上保安庁水路部」という。)等の公的機関による調査は, 太平洋側及び日本海側にほぼ限られ, 津軽海盆を中心とする敷地前面海域には公的機関による調査がほとんど行われていない。

申請者は, 敷地前面海域の地質層序を検討することを目的として, 音波探査, 採泥等の調査を行っている。

敷地前面海域の調査一覧を表-2.1 に, 調査の仕様を表-2.2(1)~表-2.2(3)に, 調査位置図を図-2.2 にそれぞれ示す。

凡 例

- 地質調査所 1/20万海洋地質図
 ①奥田(1993)「下北半島沖海底地質図」, ②奥田ほか(1987)「西津軽海盆海底地質図」
- 全域 脇田ほか(1992)「日本地質アトラス(第2版)」, 地質調査所編
- 国土地理院(1983)「沿岸海域基礎調査報告書」(平館海峡地区)
- 海上保安庁 1/5万海底地質構造図
 ①「恵山岬」(1981), ②「尻屋崎」(1998), ③「白神岬」(1977), ④「竜飛崎」(1976)
- 海上保安庁 1/20万海底地質構造図
 ①「下北半島沖」(1975), ②「奥尻海盆」(1975), ③「西津軽海盆」(1975)
- 日本鉄道建設公団(1989)「青函トンネル地質図」(1/5万)
- 全域 活断層研究会編(1991)「[新編]日本の活断層」(1/100万)

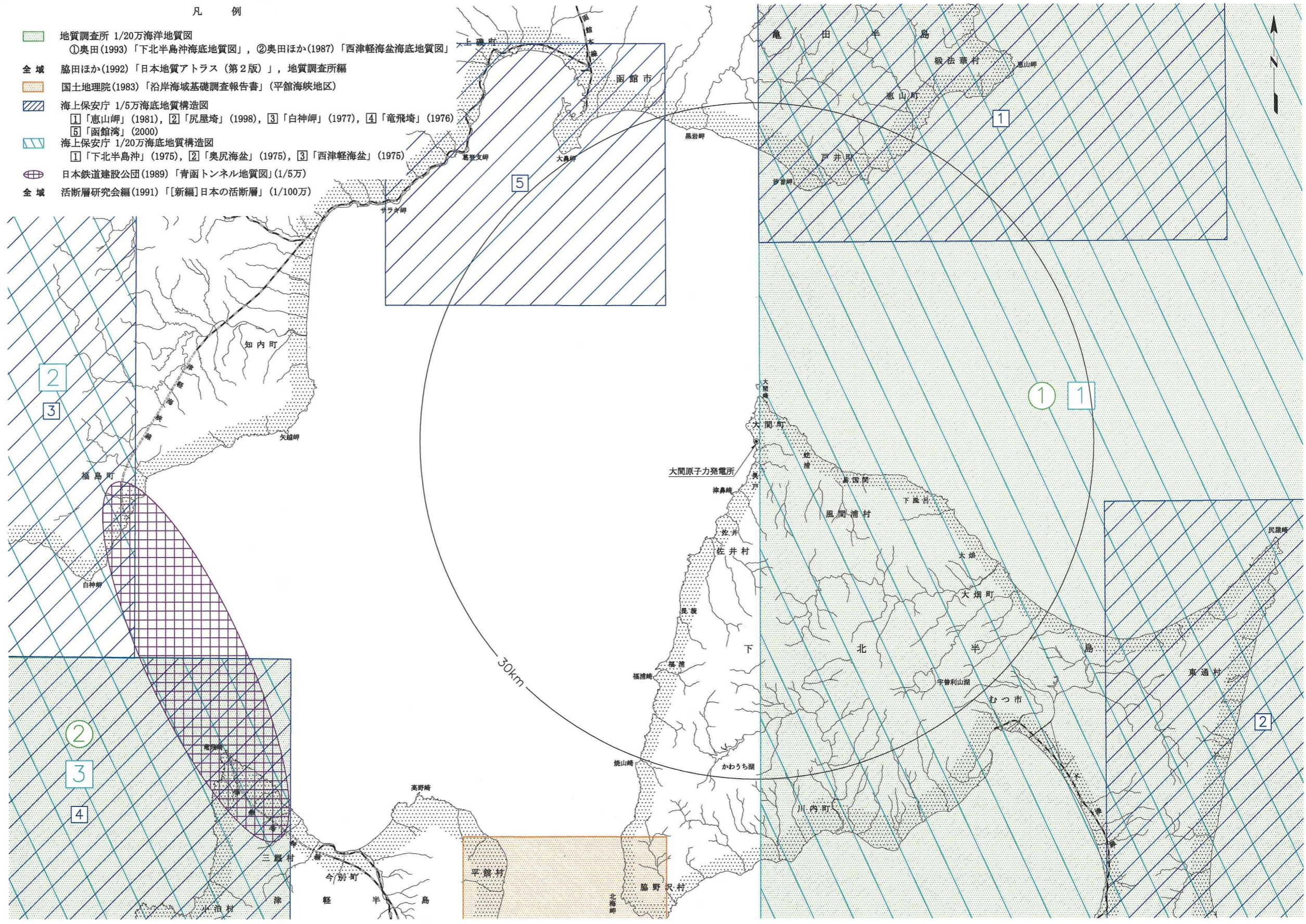


図-2.1 敷地周辺海域の既存地質文献範囲図

表-2.1 敷地前面海域の調査一覧表

調査項目	調査実施者	海 域	調査の種類	調査年	音 源	エネルギー	測線長	備 考		
音波探査	申請者	沖合海域	シングルチャンネル	1982	スパーカー	約 2,000~4,000J	1,305.9km			
				1983						
				1984						
				1998	ウォーターガン				約 2,800J	286.2km
				1984	スパーカー				約 200J	4.1km
			1986	スパーカー	約 400J	78.5km				
			1984	エアガン	約 25,000J	33.3km				
		1994	エアガン	約 34,000J	149.9km					
		1998	エアガン	約 150,000J	148.5km					
		沿岸海域	シングルチャンネル	1982	スパーカー	約 600~800J			101.4km	
				1983		スパーカー	約 500J			77.4km
				1998	ジオパルス	約 200J	170.1km			
				1982	ソノプローブ	約 36J			348.9km	
			1983							
	1998									
	定置式マルチチャンネル		1998	エアガン	約 25,000~110,000J	5.0km				
		1998	ウォーターガン	約 2,800J	0.7km					
	日本原子力船研究開発事業団	沖合海域	シングルチャンネル	1982	スパーカー	約 1,600~4,900J	277.8km			
	東京電力(株)・東北電力(株)		マルチチャンネル	1995	G.I ガン	約 30,000J	47.2km	東北電力(株)(1996)東通原子力発電所原子炉設置許可申請書		
					ウォーターガン	約 2,800~5,600J	20.7km	同上		
	地質調査所		シングルチャンネル	1982	エアガン	約 39,000J	75.0km	「下北半島沖海底地質図」1/20 万		
シングルチャンネル			1979	エアガン	約 5,000J	164.0km	1/5 万海底地質構造図「恵山岬」			
	海上保安庁水路部		1998	スパーカー	約 1,000J	672.7km	海上保安庁水路部(2000)函館湾の断層分布			
ユニブーム				約 300J	69.6km					
石油開発公団	マルチチャンネル		1976	エアガン	約 320,000J	10.6km	大陸棚石油・天然ガス基礎調査基礎物理探査「北海道西部-新潟海域」調査報告書(1977)			
石油公団			1986	エアガン	約 1,300,000J	33.9km	国内石油天然ガス基礎調査海上基礎物理探査「道南~下北沖」調査報告書(1987)			

調査項目	調査実施者	海 域	調査の種類	調査年	調査数量	備 考
採 泥	申請者	大間崎周辺及び平館海峡	柱状式	1998	5 点	
重力探査	申請者	津軽海峡	海底重力	1998	70 点	
	地質調査所	津軽海峡	船上重力	1998	447 点	地質調査所 GH198 航海による調査資料
	福田ほか	青函トンネル	坑内重力	1981	33 点	福田ほか(1982)青函トンネル内における重力測定. 測地学会誌, 28 巻, 4 号, p. 193-202

表-2.2(1) 敷地前面海域における音波探査の仕様

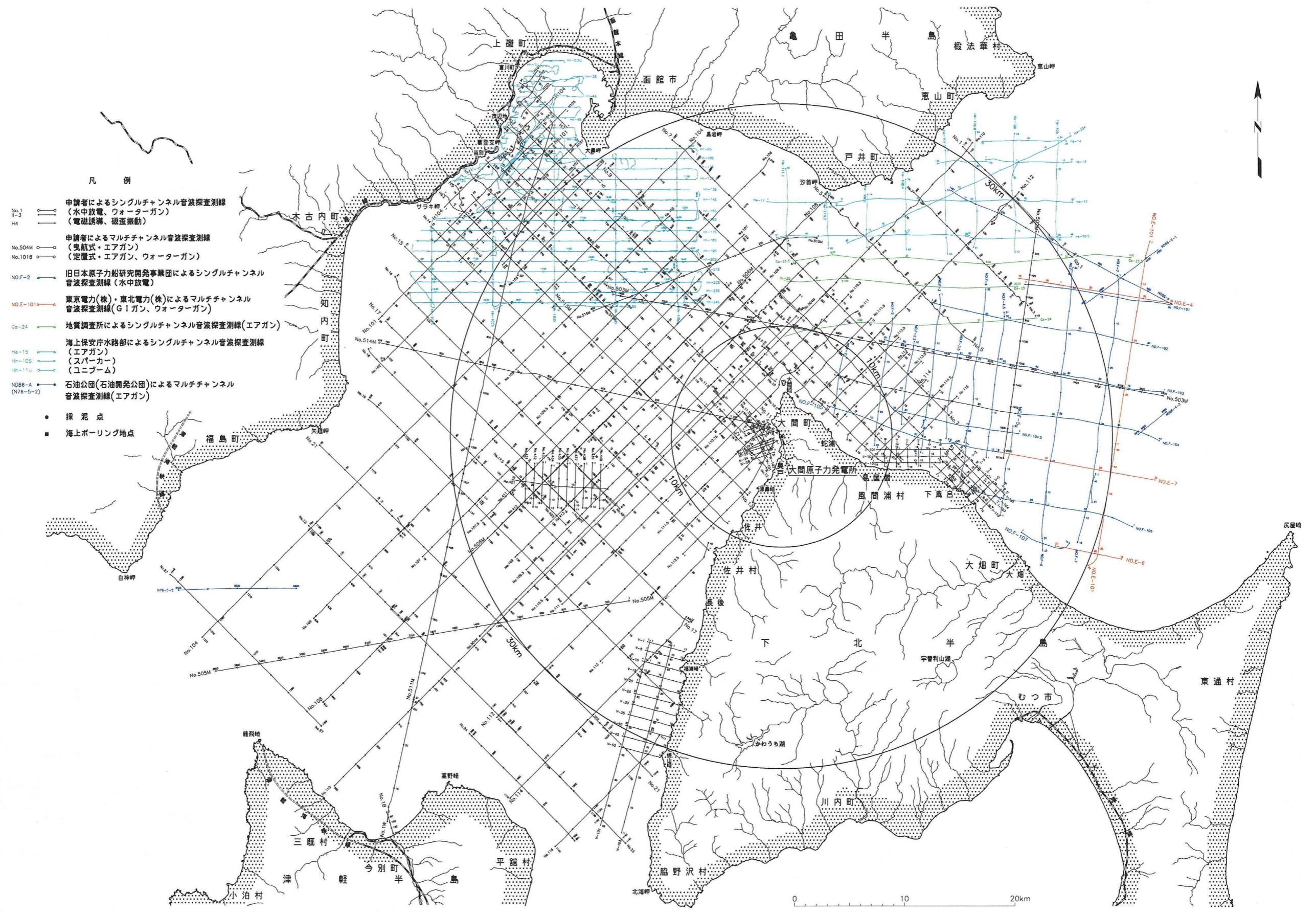
調査機関		申請者								
調査海域		敷地前面海域								
		沖合海域			沿岸海域				沖合海域	
調査年		1982年, 1983年, 1984年	1998年	1984年	1986年	1982年, 1983年	1983年	1998年	1982年, 1983年, 1998年	1984年
調査の種類		アナログ・シングルチャンネル								曳航式 マルチチャンネル
装置の概要	送振器	スパーカー 電極数：8連 コンデンサ：50~100 μ F 送信電圧：7~10kV	ウォーターガン 個数：1個 容量：246cm ³ 空気圧力：130kg/cm ²	スパーカー 電極数：50連 コンデンサ：4 μ F 送信電圧：7~10kV	スパーカー 電極数：20連 コンデンサ：10 μ F 送信電圧：9kV	スパーカー コンデンサ：12 or 16 μ F 送信電圧：10kV	スパーカー 電極数：200連 コンデンサ：82 μ F 送信電圧：3.5kV	ジオパルス 個数：1個 コンデンサ：35 μ F (一部45 μ F) 送信電圧：3.4kV	ソノプローブ 個数：1個 コンデンサ：32 μ F 送信電圧：1.5kV	エアガン 個数：1個 容量：1,310cm ³ 空気圧力：125kg/cm ²
	受振器	圧電型振動素子 30素子×1ch (一部40素子×1ch)	圧電型振動素子 40素子×1ch	圧電型振動素子 25素子×1ch	圧電型振動素子 40素子×1ch	圧電型振動素子 ×1ch	圧電型振動素子 ×1ch	圧電型振動素子 20素子×1ch	圧電型振動素子 1素子×1ch	圧電型振動素子 11素子×24ch [10m間隔]
調査の概要	記録掃引時間	0.8sec	0.8sec	0.267sec	0.4sec	0.133sec or 0.267sec	0.5sec	0.133sec	0.067sec	2.0ec
	記録深度範囲	600m	600m	200m	300m	100m or 200m	375m	100m	50m	1,500m
	送振間隔	1.6sec	1.6sec	0.532sec	1.2sec	不明	0.5sec	0.5sec	0.2sec	10m
	送振エネルギー	約2,000~4,000J	約2,800J	約200J	約400J	約600J or 800J	約500J	約200J(一部250J)	約36J	約29,000J
	受振フィルター	80~1,000Hz	60~500Hz	150~1,000Hz	100~600Hz	不明	150~700Hz	500~2,000Hz	2~5,200Hz	5~400Hz
	記録方式	乾式放電破壊	乾式放電破壊	湿式電解	乾式放電破壊	湿式電解	乾式放電破壊	感熱	乾式放電破壊	デジタル磁気テープ
	重合数	---	---	---	---	---	---	---	---	12重合
	垂直・水平尺度比	約4~11	約5~12	約5	約7	約4	約10	約8	約7~9	---
	船の速度	1~13ノット	3~6ノット	1~4ノット	4ノット以下	約3~4ノット	約3~5ノット	約3~4ノット	約3~5ノット	3~5ノット

表-2.2(2) 敷地前面海域における音波探査の仕様

調査機関		申請者				日本原子力船 研究開発事業団	東京電力(株)・東北電力(株)		地質調査所	海上保安庁水路部
調査海域		敷地前面海域								
		沖合海域		沿岸海域		関根浜前面海域	尻屋崎周辺海域		海洋地質図 「下北半島沖」	沿岸の海の基本図 「恵山岬」
調査年		1994年	1998年	1998年	1998年	1982年	1995年		1982年	1979年
調査の種類		曳航式マルチチャンネル		定置式マルチチャンネル		アナログ・ シングルチャンネル	曳航式マルチチャンネル		アナログ・シングルチャンネル	
装置の概要	送振器	エアガン 個数：1個 容量：1,310cm ³ 空気圧力：130kg/cm ²	エアガン 個数：1個 容量：8,193cm ³ 空気圧力：130kg/cm ²	ウォーターガン 個数：1個 容量：246cm ³ 空気圧力：130kg/cm ²	エアガン 個数：1個 容量：1,310cm ³ or 4,915cm ³ 空気圧力：110～ 130kg/cm ²	スパーカー 電極数：20連 コンデンサ：50～200μF 送信電圧：5～8kV	G. Iガン 個数：1個 容量：2,460cm ³ 空気圧力：120kg/cm ²	ウォーターガン 個数：2個(一部1個) 容量：492cm ³ (一部246cm ³) 空気圧力：130kg/cm ²	エアガン 個数：1個 容量：1,980cm ³ 空気圧力：115kg/cm ²	エアガン 個数：1個 容量：約500cm ³ 空気圧力：90kg/cm ²
	受振器	圧電型振動素子 11素子×24ch [10m間隔]	圧電型振動素子 5素子×48ch(一部 24ch) [12.5m間隔]	圧電型振動素子 2素子×60ch [10m間隔]	圧電型振動素子 2素子×60ch [10m間隔]	圧電型振動素子 40素子×1ch	圧電型振動素子 10素子×48ch [12.5m間隔]	圧電型振動素子 10素子×24ch (一部12ch) [12.5m間隔]	圧電型振動素子 50素子×1ch	圧電型振動素子 ×1ch
調査の概要	記録掃引時間	3.0sec	4.0sec (一部3.0sec)	2.0sec	2.0sec or 4.0sec	0.533sec or 1.067sec	3.0sec	2.0sec	2.0sec	1.0sec
	記録深度範囲	2,250m	3,000m(一部2,250m)	1,500m	1,500m or 3,000m	400m or 800m	2,250m	1,500m	1,500m	750m
	送振間隔	10m	25m	5m	10m	2.665sec or 3.198sec	12.5m	12.5m	6sec	不明
	送振エネルギー	約30,000J	約150,000J	約2,800J	約25,000 or 110,000J	約1,600J or 4,900J	約30,000J	約5,600J (一部2,800J)	約39,000J	約5,000J
	受振フィルター	12～256Hz	0～400Hz	0～400Hz	0～400Hz	60～600Hz	3～400Hz	3～800Hz	63～200Hz	90～900Hz
	記録方式	デジタル磁気テープ	デジタル磁気テープ	デジタル磁気テープ	デジタル磁気テープ	乾式放電破壊	デジタル磁気テープ	デジタル磁気テープ	乾式放電破壊	乾式放電破壊
	重合数	12重合	12重合 (一部6重合)	約60重合	約30重合	---	24重合	12重合 (一部6重合)	---	---
	垂直・水平尺度比	---	---	---	---	約11～18	---	---	約18	約12
船の速度	3～4ノット	約3～4ノット	---	---	約5ノット	約3～5ノット	約3～5ノット	約10ノット	不明	

表-2.2(3) 敷地前面海域における音波探査の仕様

調査機関	海上保安庁水路部		石油開発公団	石油公団	
調査海域	敷地前面海域				
	海上保安庁水路部(2000)函館湾の断層分布		北海道西部-新潟海域	道南~下北沖	
調査年	1998年		1976年	1986年	
調査の種類	アナログ・シングルチャンネル		曳航式マルチチャンネル		
装置の概要	送振器	スピーカー	ユニブーム	エアガン 個数:14個 容量:13,270cm ³ 空気圧力:140kg/cm ²	エアガン 個数:1個 容量:52,820cm ³ 空気圧力:140kg/cm ²
	受振器	圧電型振動素子	圧電型振動素子	圧電型振動素子 30素子×48ch [50m間隔]	圧電型振動素子 24素子×96ch [25m間隔]
調査の概要	記録掃引時間	0.5sec or 1.0sec	0.133sec	5.0sec	5.0sec
	記録深度範囲	375m or 750m	100m	3,750m	3,750m
	送振間隔	1.0sec	0.5sec	50m	25m
	送振エネルギー	約1,000J	約300J	約320,000J	約1,300,000J
	受振フィルター	100~1,000Hz	500~2,000Hz	8Hz/18db/oct ~ 62Hz/72db/oct	0.1 ~ 64Hz/70db/oct
	記録方式	感熱	感熱	デジタル磁気テープ	デジタル磁気テープ
	重合数	---	---	24重合	48重合
	垂直・水平尺度比	約13または7	約7	約4.2	約4.2
船の速度	5~7ノット	3~4ノット	不明	不明	



- 凡例
- No.1
H4
申請者によるシングルチャンネル音波探査測線
(水中放電、ウォーターガン)
(電磁誘導、磁歪振動)
 - No.504M
No.101B
申請者によるマルチチャンネル音波探査測線
(曳航式・エアガン)
(定置式・エアガン、ウォーターガン)
 - No.F-2
旧日本原子力船研究開発事業団によるシングルチャンネル音波探査測線(水中放電)
 - No.E-101a
東京電力(株)・東北電力(株)によるマルチチャンネル音波探査測線(G1ガン、ウォーターガン)
 - Gs-24
地質調査所によるシングルチャンネル音波探査測線(エアガン)
 - Hs-15
海上保安庁水路部によるシングルチャンネル音波探査測線(エアガン)
 - Hs-10S
Hs-11U
(スピーカー)
(ユニブーム)
 - NO86-A
(N76-5-2)
石油公団(石油開発公団)によるマルチチャンネル音波探査測線(エアガン)
 - 採泥点
 - 海上ボーリング地点

図-2.2 敷地前面海域の調査位置図

3. 敷地前面海域の音響層序区分

申請者は、音波探査記録に見られる音響反射パターンの分布範囲・分布深度や不整合面・境界面の認識等を基にして、海域に分布する地層を上位からA層、B層、C層、D層及びE層に区分している。これらのうち、B層は層内の軽微な不整合面により上位からB₁層、B₂層、B₃層に細区分している。各音響層序の特徴を表-3.1に、音響層序区分毎の代表的音響反射パターンを図-3.1(1)～図-3.1(11)に、代表的地質断面図を図-3.2(1)～図-3.2(2)にそれぞれ示す。

E層は、一部に層理状パターンも認められるが、エアガンを使用した大深度マルチチャンネル音波探査でも全般的に無層理状のパターンであり、敷地前面海域における音響基盤及び最下位層であるとしている。そのパターンから、固結の進んだ堆積岩類及び様々な時代の火成岩類と推定している。図-3.2(1)～図-3.2(2)に示すように、津軽海盆を横断する大深度マルチチャンネル音波探査の測線でE層の分布を把握している。

表-3.1 敷地前面海域の音響層序の特徴

地層名	推定される岩質	記録パターンの特徴	分布	
A層	未固結の泥、砂及び礫	全体的に白っぽく、海底面に平行な連続する平行層理パターンが認められ、下位層の凹部を埋めるように堆積している。	下位層が海底面に露出する部分を除き、水深約110m以浅の大陸棚の大部分に分布する。	
B層	やや固結した泥、砂、及びそれらの互層。(一部に礫層を挟む)	B ₁ 層	沿岸部ではフォアセットラミナ状パターン、断片的な層理パターン、沖合部では層理間隔が一定で狭く、全体的にコントラストが弱い連続性のよい平行層理パターンが認められる。 下位層を沿岸部では不整合関係で、沖合部では軽微な不整合関係でそれぞれ覆っている。	沿岸部、大間海脚、汐首海脚等を除く海域に分布し、水深約110m以浅ではほとんどのところでA層に覆われる。
		B ₂ 層	沿岸部ではフォアセットラミナ状パターン、断片的な層理パターン、沖合部ではコントラストが強い連続性のよい平行層理パターンが認められる。 下位層を沿岸部では不整合関係で、沖合部では軽微な不整合関係でそれぞれ覆っている。	
		B ₃ 層	沿岸部では連続性のよい平行層理パターン、沖合部では層理間隔が広く、コントラストが強い連続性のよい平行層理パターンが認められる。 大間海脚の東側の海域では顕著な不整合関係で下位層を覆い、また、西側の海域のうち本層分布域縁辺部ではやや顕著な不整合関係で、その沖合部では軽微な不整合関係でそれぞれ下位層を覆っている。	
C層	固結した泥岩、砂岩及びそれらの互層。(一部に礫岩を挟む)	沿岸部では層理間隔が一定で狭く、連続性のよい平行層理パターン、沖合部では層理間隔が不規則で、コントラストが強い連続性のよい平行層理パターンが認められる。 下位層を沿岸部ではやや顕著な不整合関係で、沖合部では軽微な不整合関係でそれぞれ覆っている。	沿岸部、大間海脚、汐首海脚等を除く海域に分布し、沿岸付近の一部、大間海脚の北東側斜面及び南西側斜面等を除いたほとんどのところで上位層に覆われる。	
D層	固結した泥岩、砂岩、火山砕屑岩等。	層理間隔がほぼ一定で、連続性がよい平行層理パターンである。 下位層を顕著な不整合関係で覆っている。	下位のE層が海底面又は海底面付近に分布する部分を除く海域に分布し、沿岸付近の一部、大間海脚の北東側斜面及び南西側斜面等を除いたほとんどのところで上位層に覆われる。	
E層	固結した泥岩、砂岩、火山砕屑岩等又は火成岩類。	全般的に無層理状パターンであるが、一部に層理状パターンが認められる。	敷地前面海域の最下位層であり、大間海脚、汐首海脚南部、両海脚に挟まれた海底水道、沿岸部等では海底に露出し、それ以外のほとんどの海域で上位層に覆われる。	

- 凡例
- A層(完新世)分布域
 - B層(中期更新世～後期更新世)
 - C層(後期鮮新世～前期更新世)
 - D層(後期中新世～後期鮮新世)
 - E層(先新第三紀～後期中新世)
 - F-21 (L,L) 断層(伏在断層)及び断層番号
 - 断層 連続性のない断層
 - 伏在断層
 - 背斜軸
 - 向斜軸
 - 地層境界(破線は推定)
 - 申請者によるシングルチャンネル音波探査測線(水中放電、ウォーターガン)
 - (電磁誘導、磁歪振動)
 - 申請者によるマルチチャンネル音波探査測線(曳航式・エアガン)
 - (定置式・エアガン、ウォーターガン)
 - 旧日本原子力船研究開発事業団によるシングルチャンネル音波探査測線(水中放電)
 - 東京電力(株)・東北電力(株)によるマルチチャンネル音波探査測線(G1ガン、ウォーターガン)
 - 地質調査所によるシングルチャンネル音波探査測線(エアガン)
 - 海上保安庁水路部によるシングルチャンネル音波探査測線(エアガン)
 - (スパーカー)
 - (ユニブーム)
 - 石油公団(石油開発公団)によるマルチチャンネル音波探査測線(エアガン)
 - No.511M 記録パターン例の位置及び測線番号
 - 採泥点
 - 海上ボーリング地点
- (A層を除いた地質図)

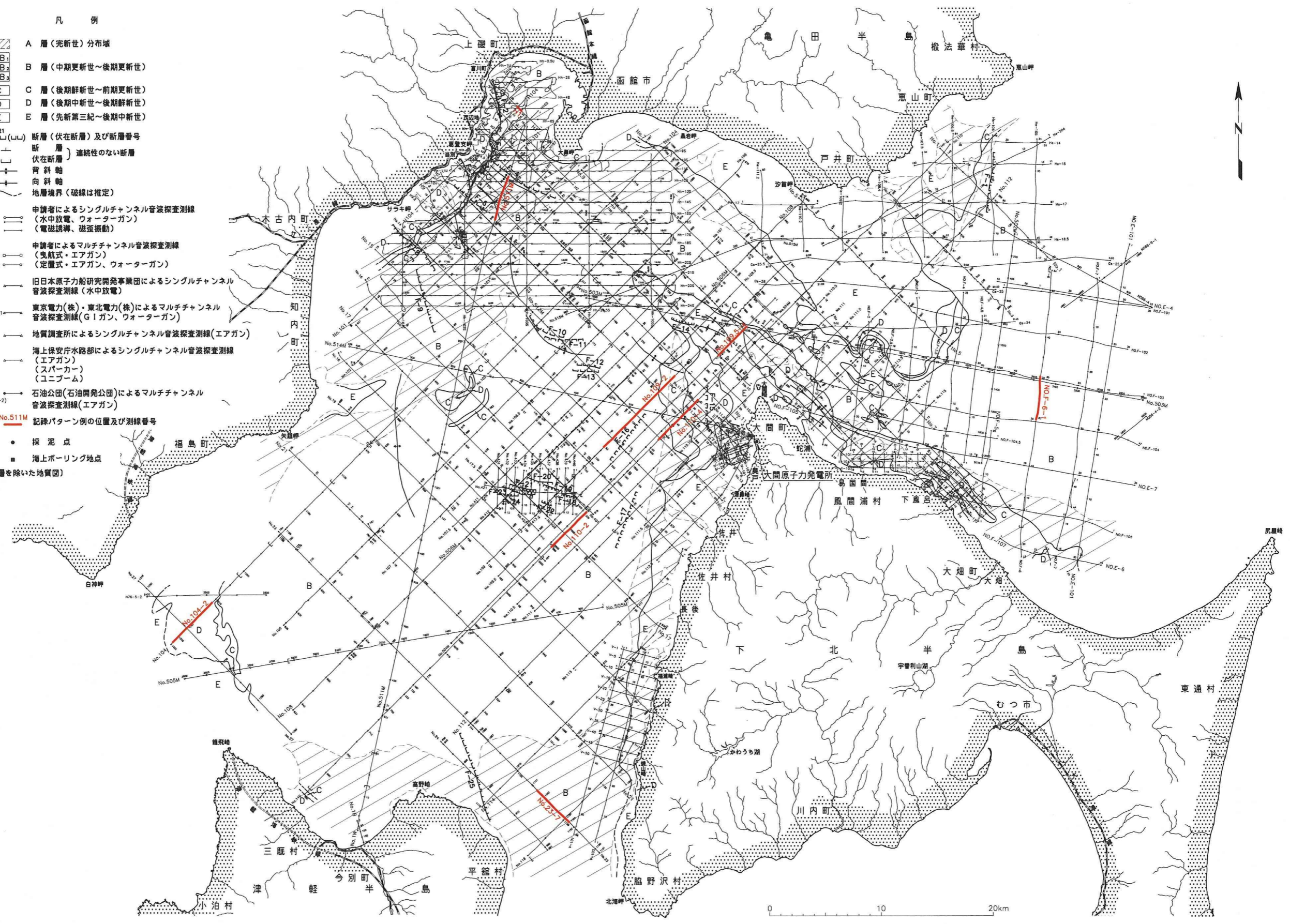


図-3.1(1) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

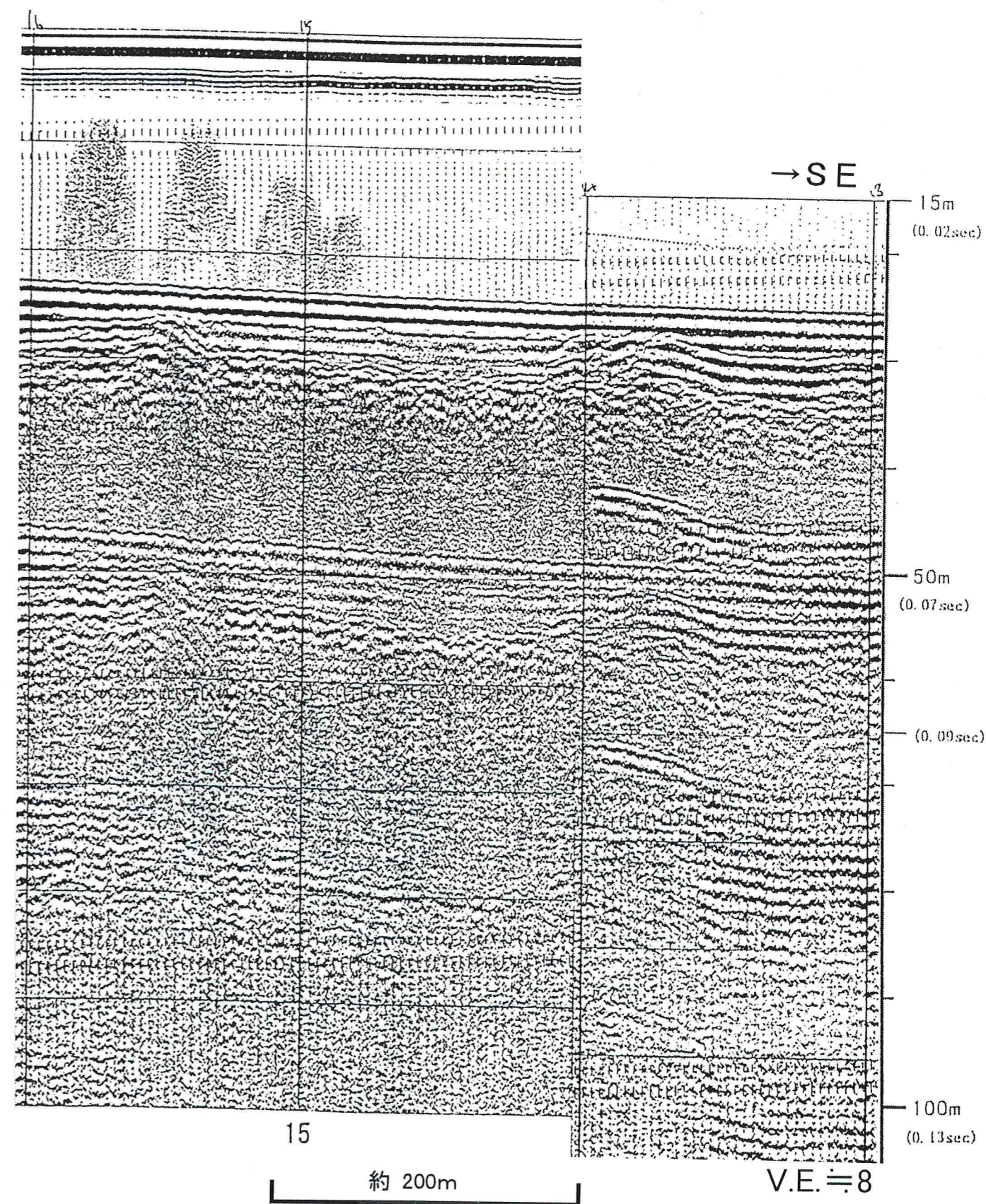
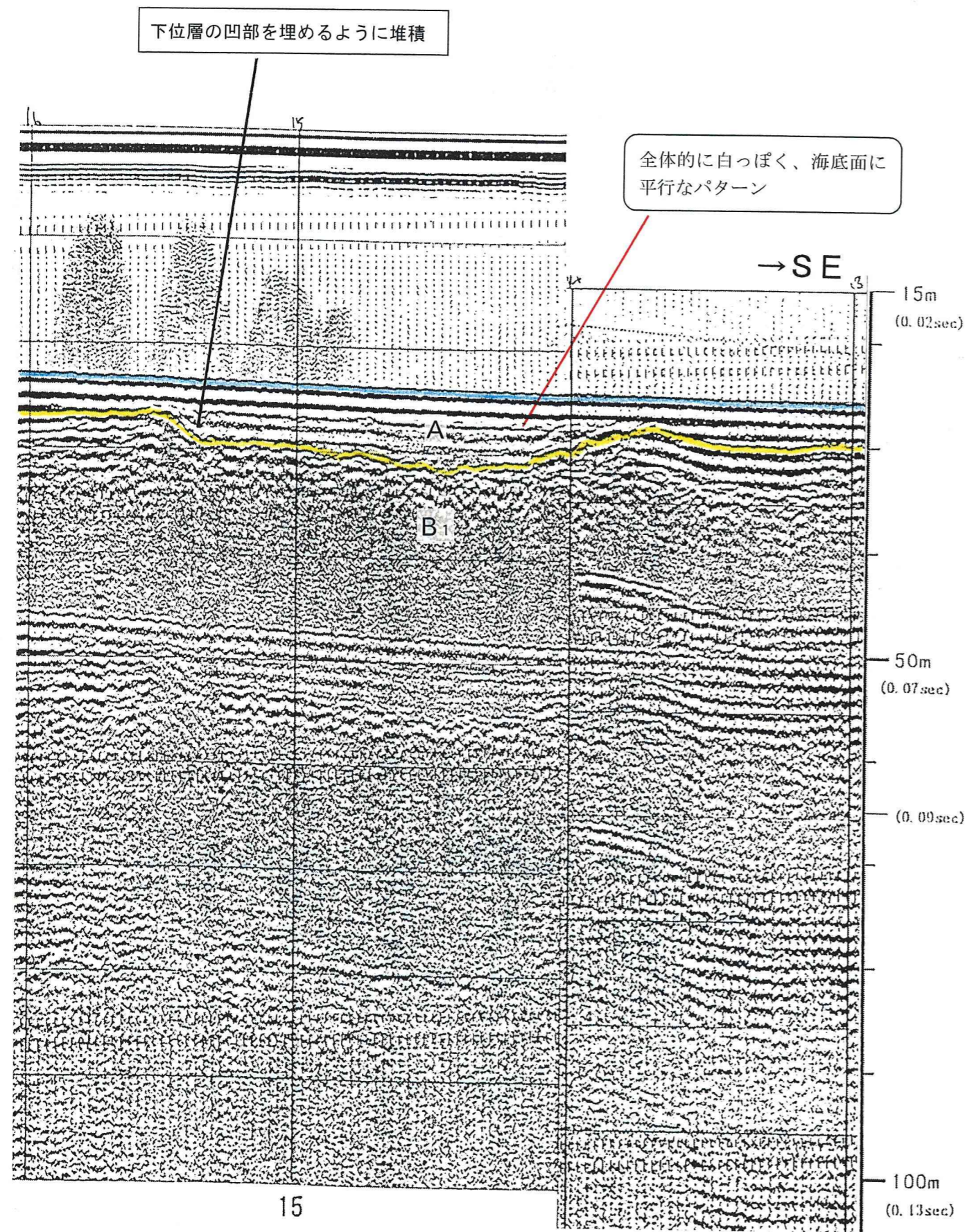
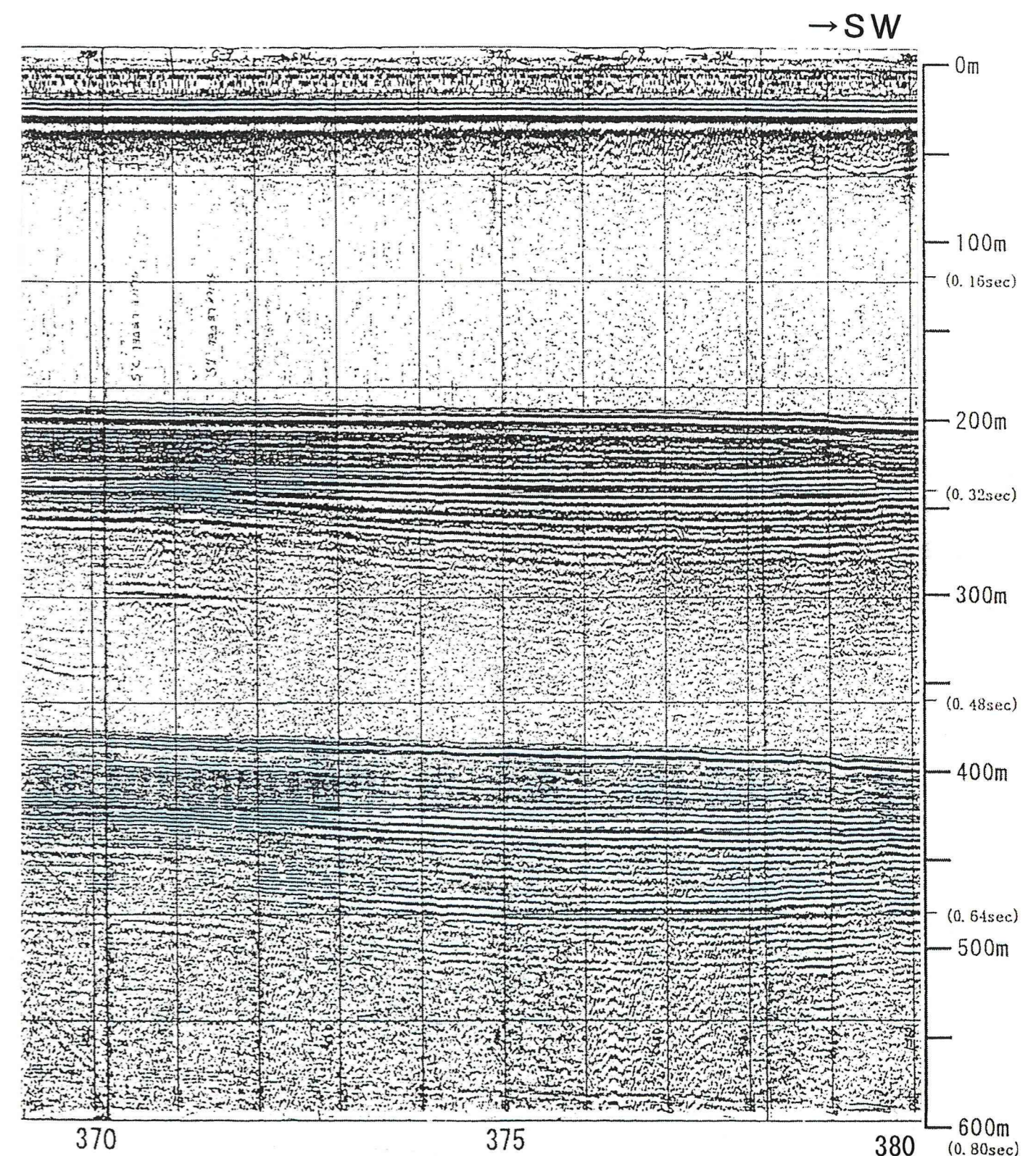
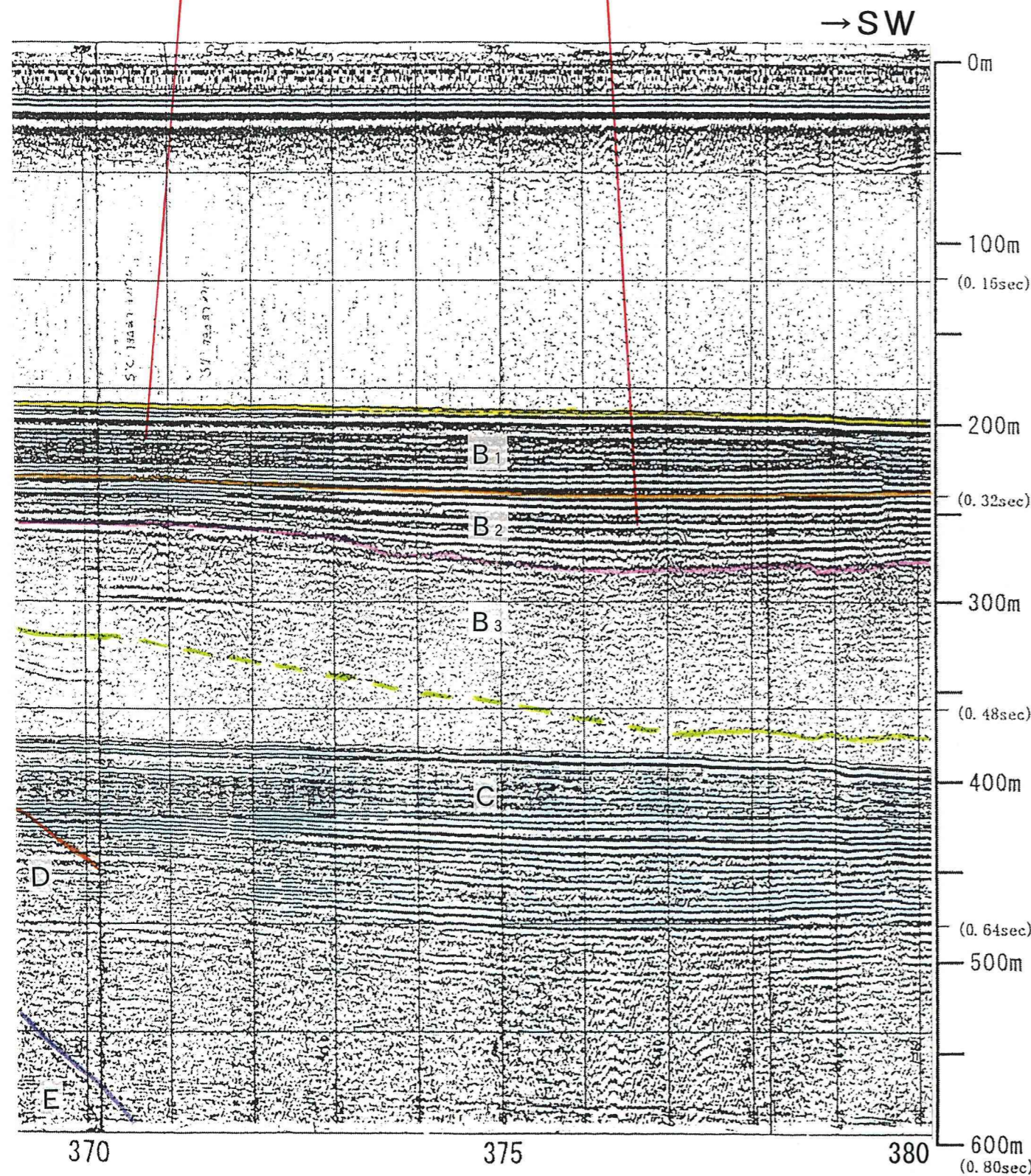


図-3.1(2) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

層理間隔が一定で狭く、コントラストが弱い連続性のよい平行層理パターン

連続性のよい強い平行層理パターン



V.E. ≡ 10 約 2150m

図-3.1(3) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

[旧原船]
[スパーカー]

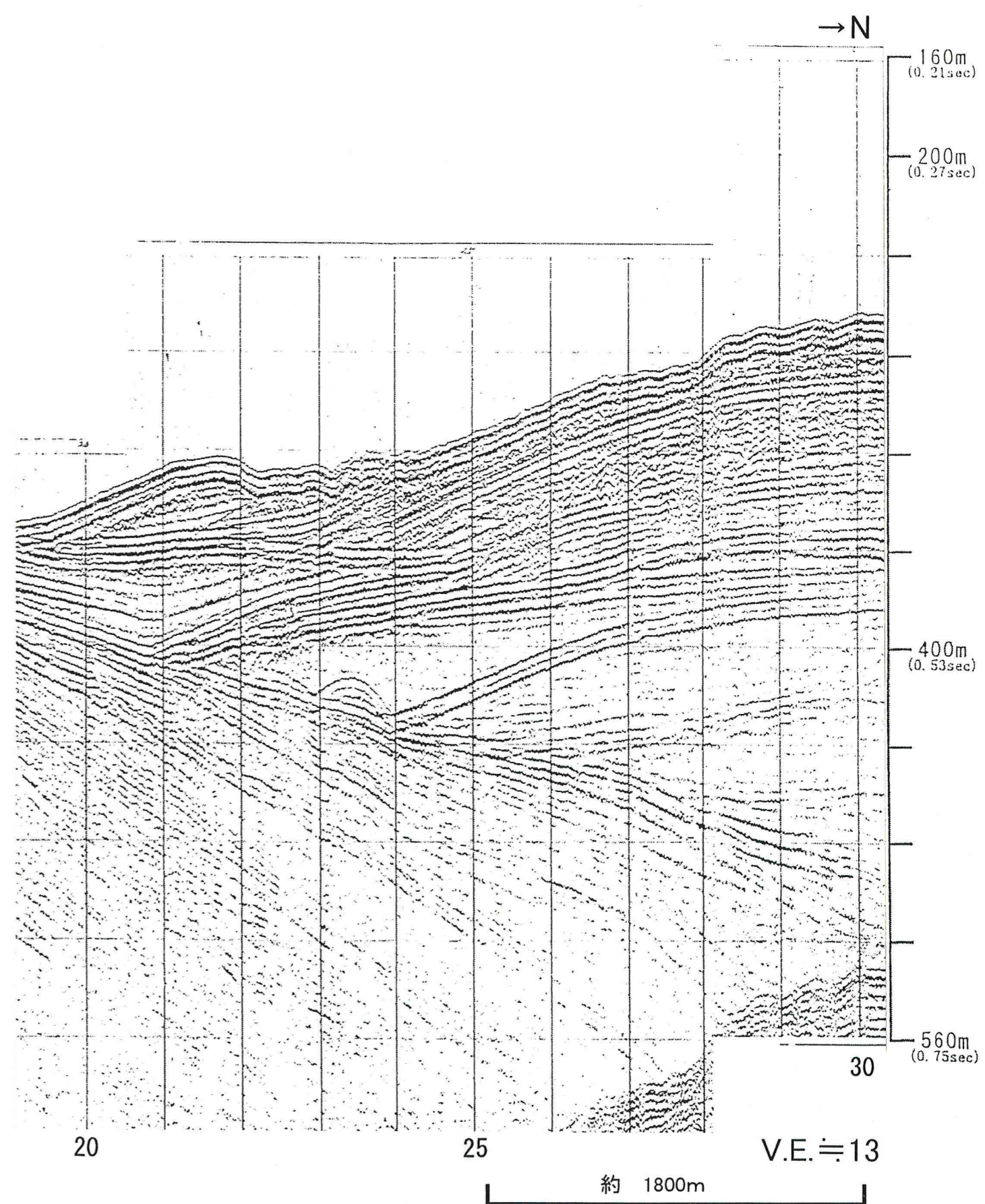
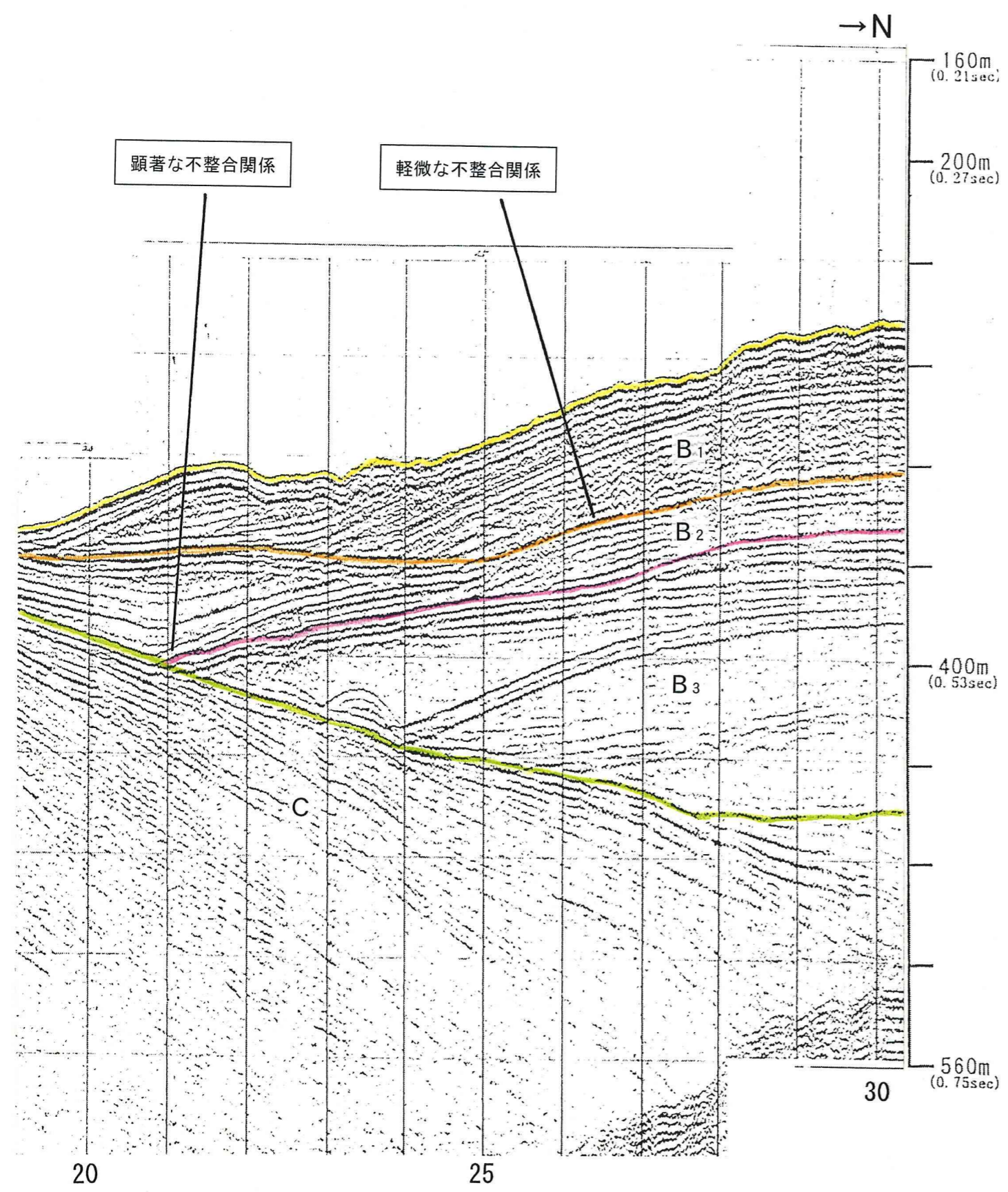


図-3.1(4) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

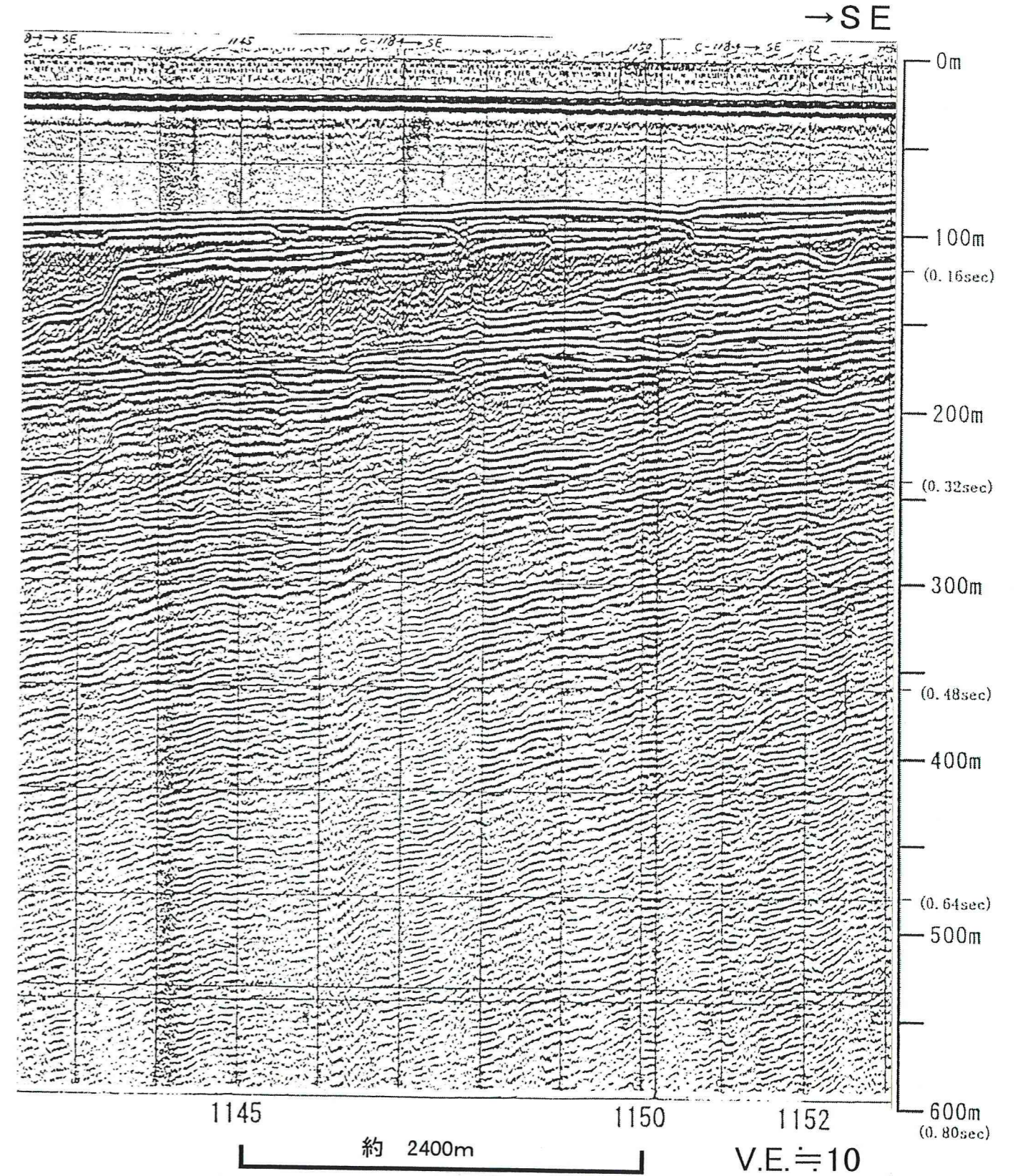
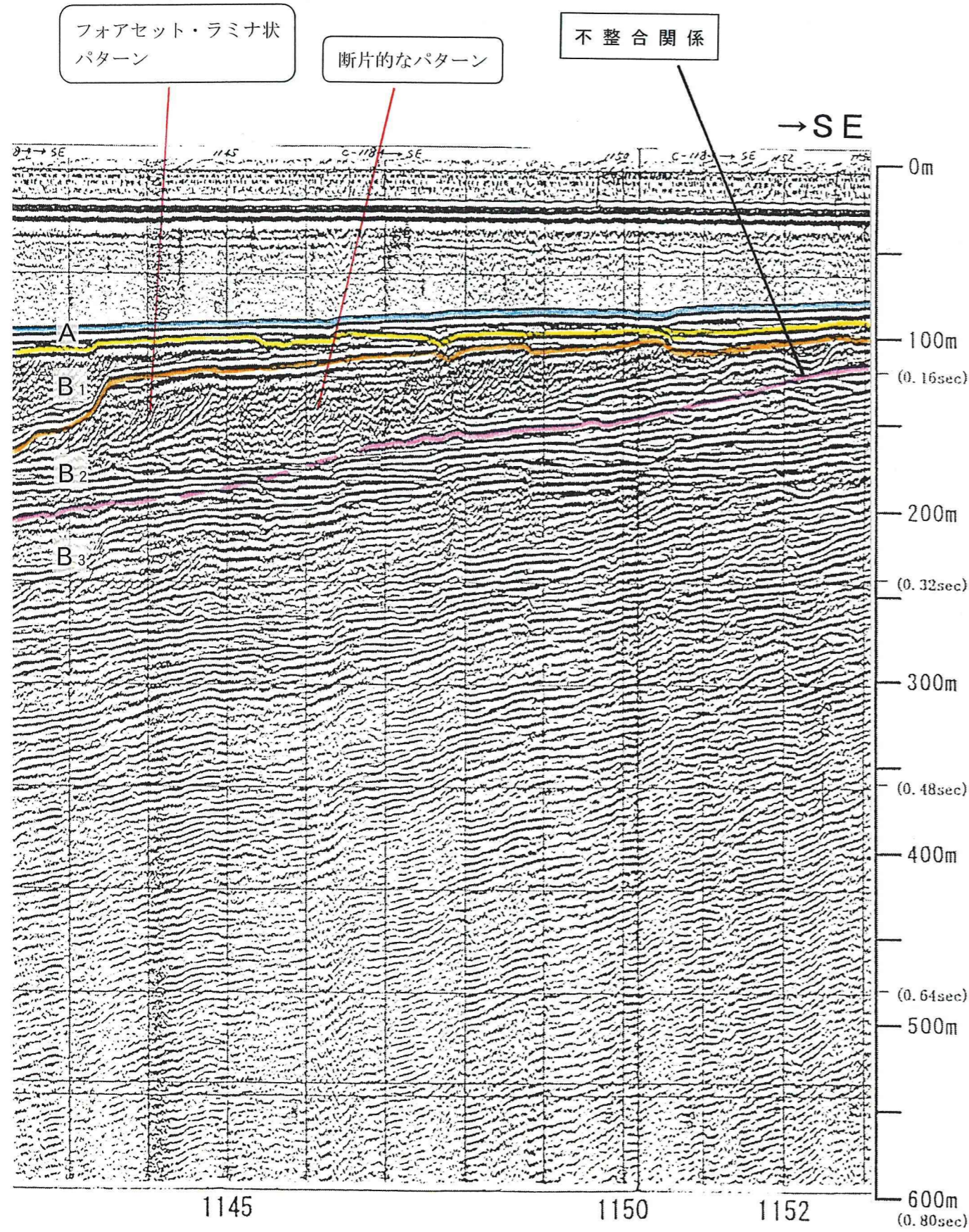


図-3.1(5) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

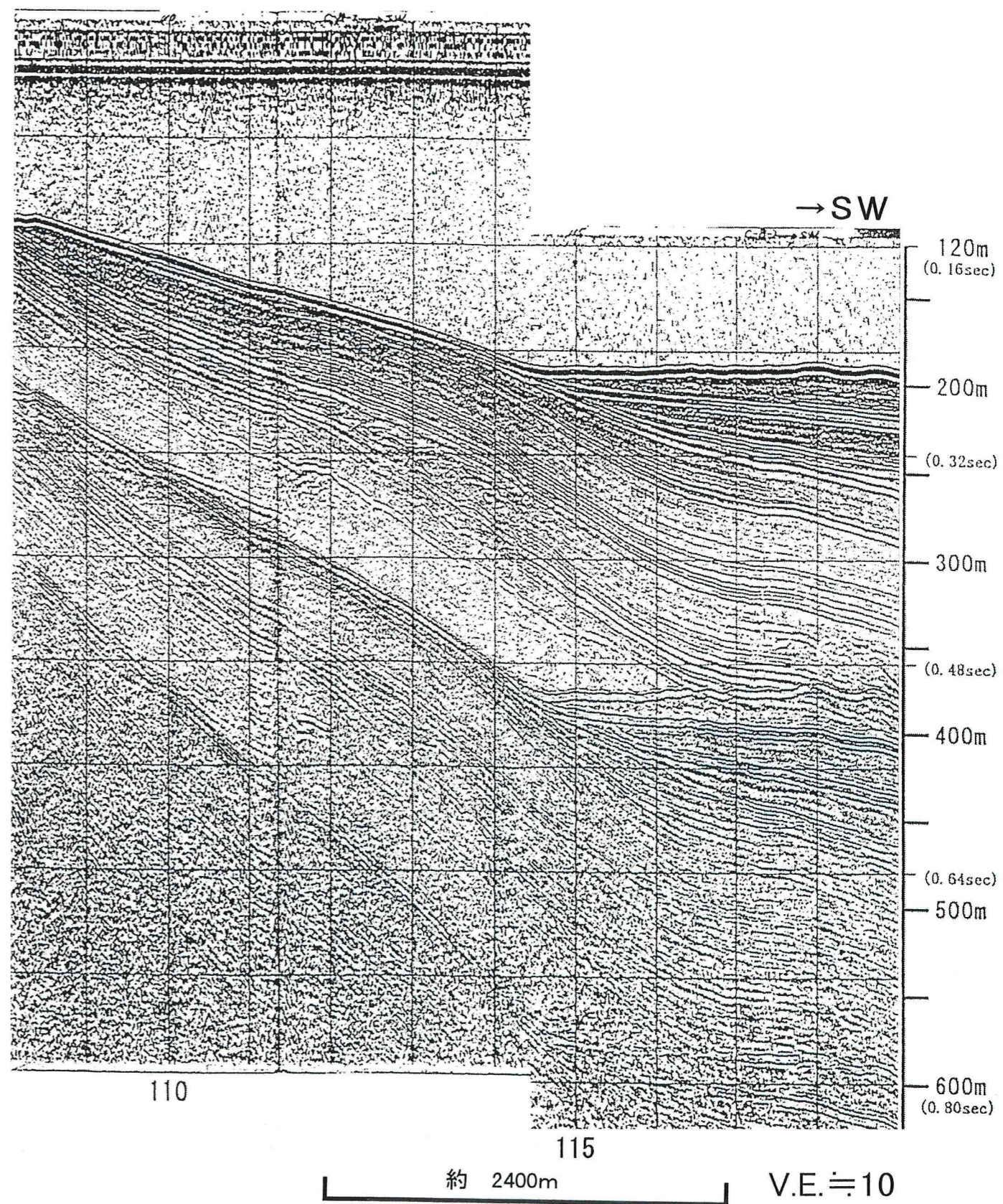
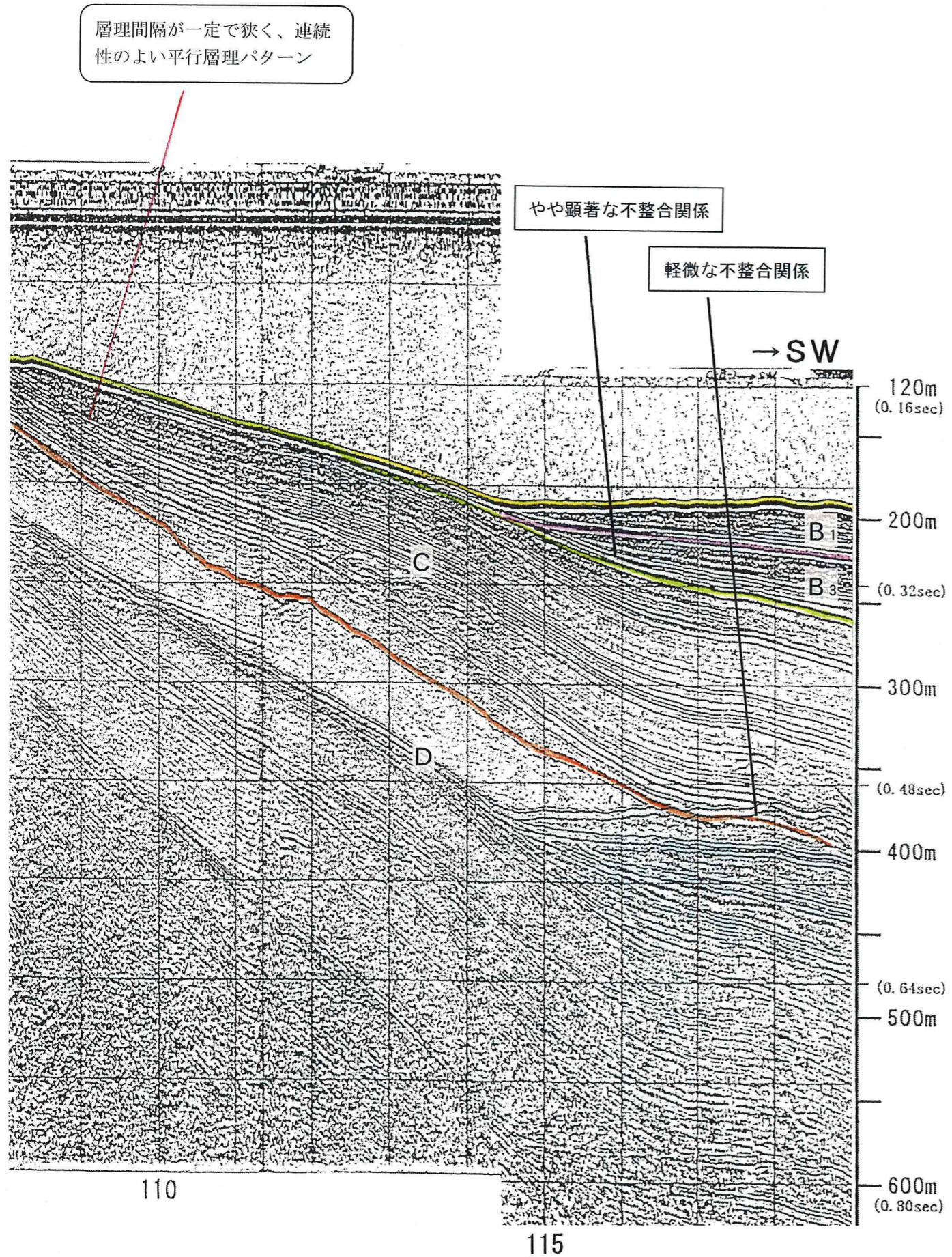
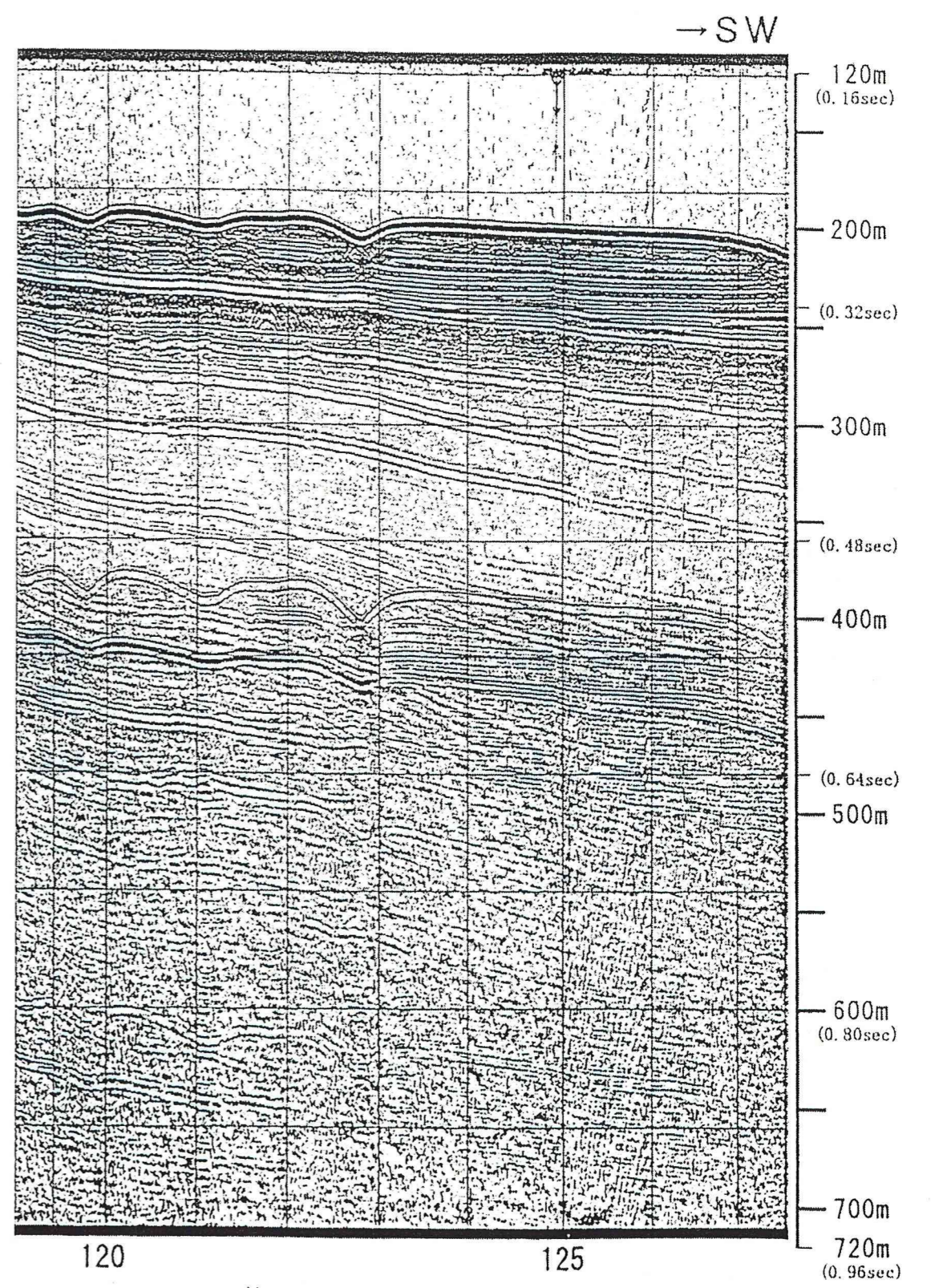
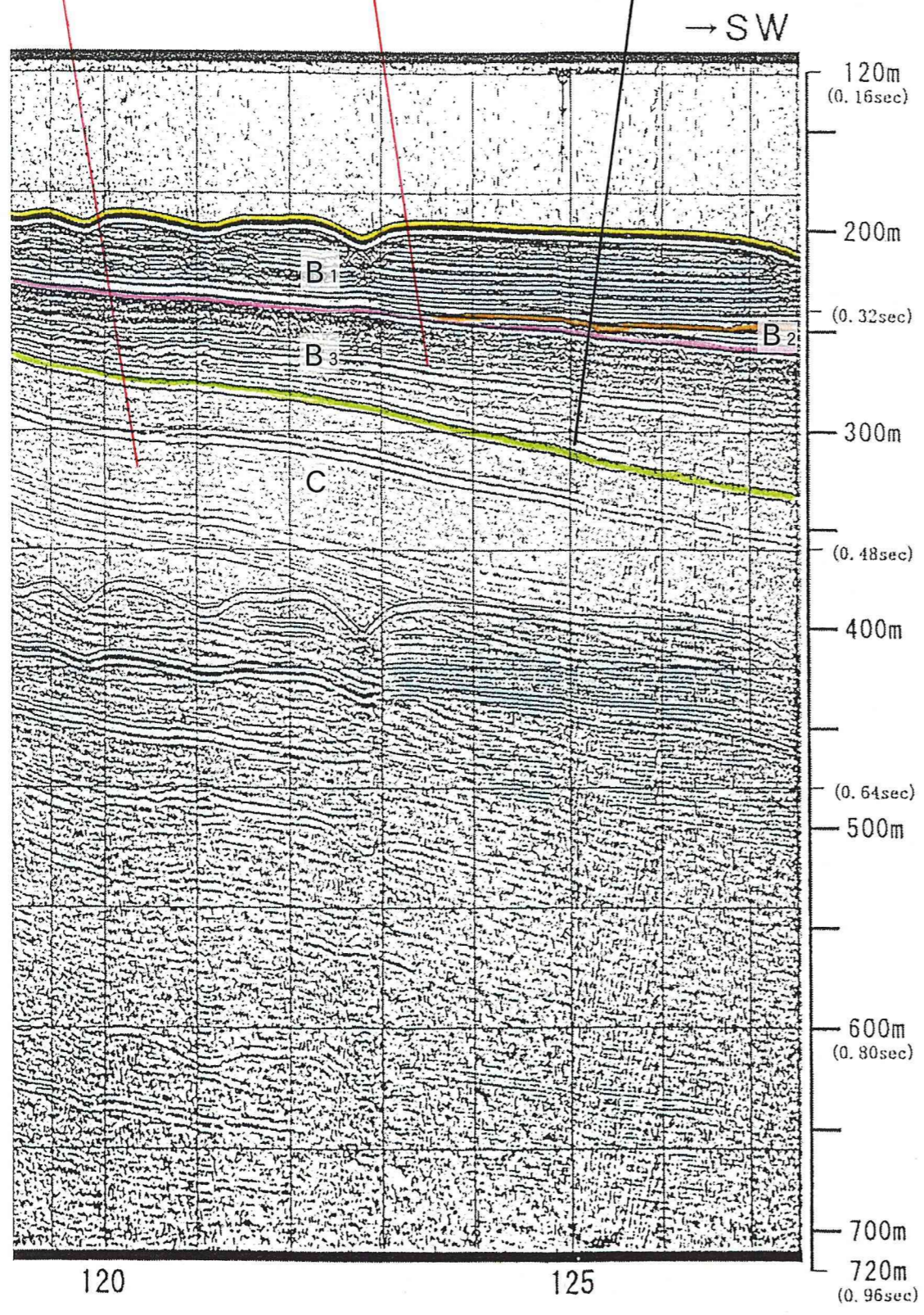


図-3.1(6) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

層理間隔が不規則で、コントラストが強い連続性のよい平行層理パターン

層理間隔が広く、コントラストが強い連続性のよい平行層理パターン

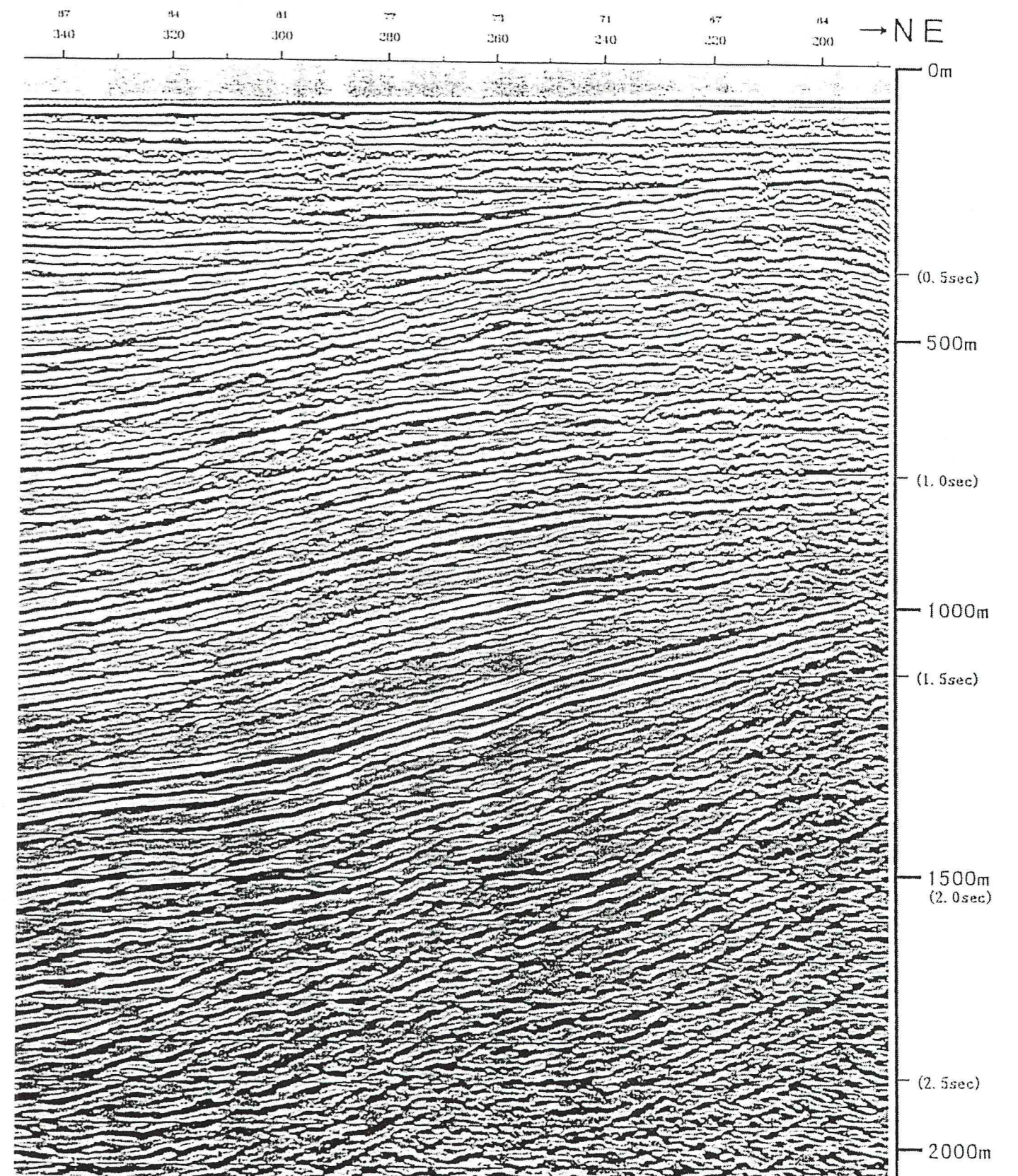
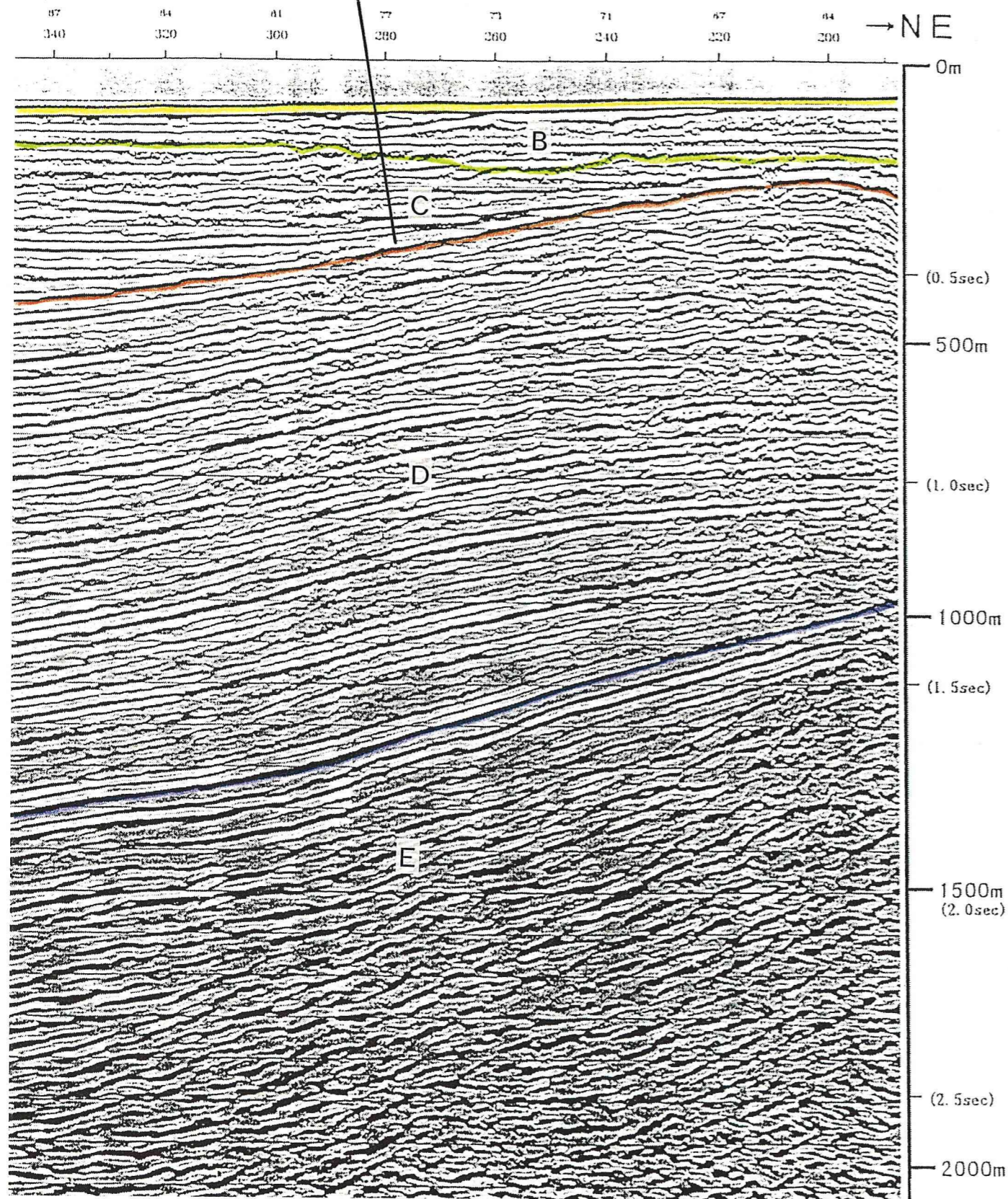
軽微な不整合関係



約 2400m V.E. ≡ 10

図-3.1(7) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

顕著な不整合関係



300 約 2500m 200 V.E. ≒ 2.5

図-3.1(8) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

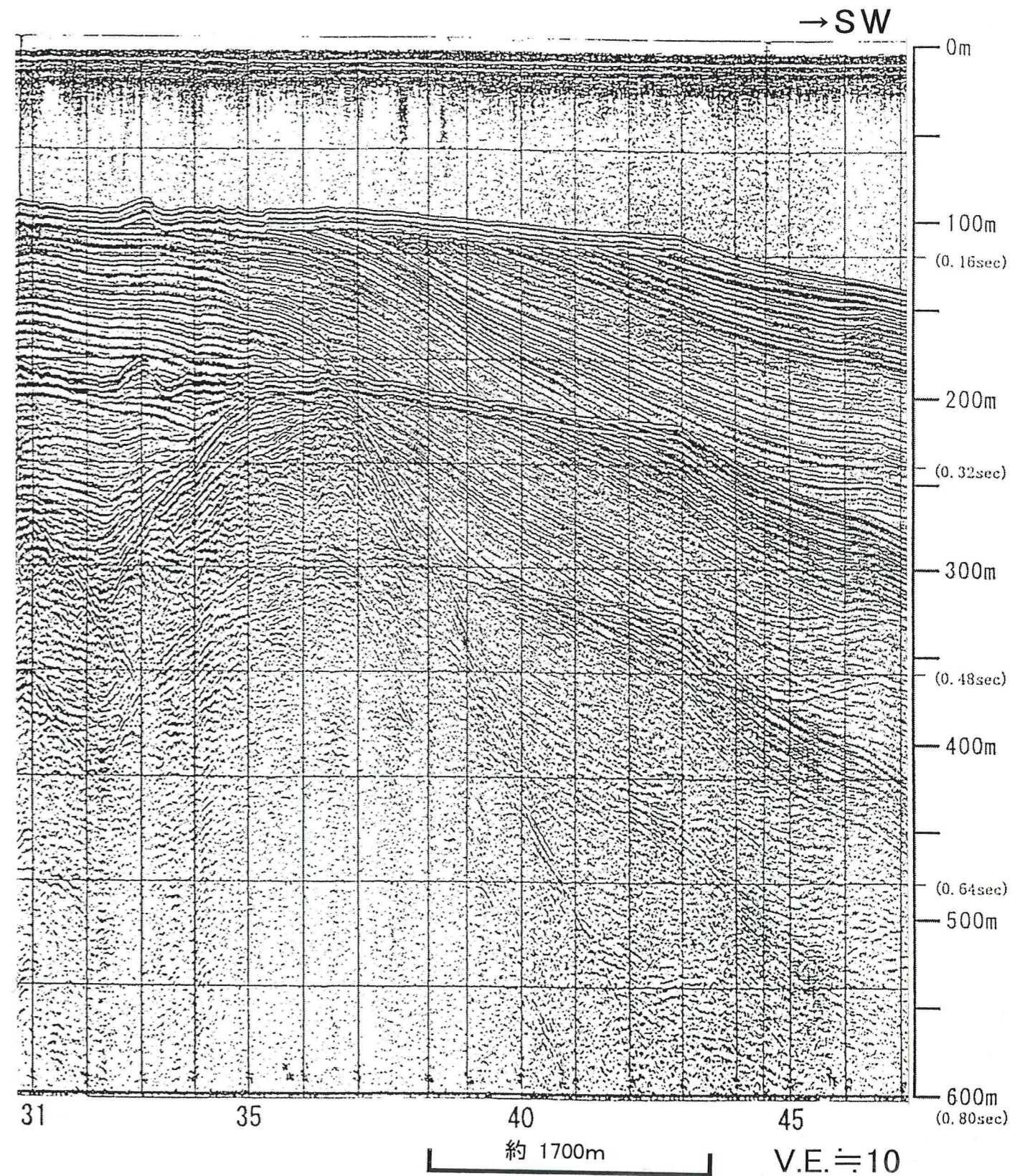
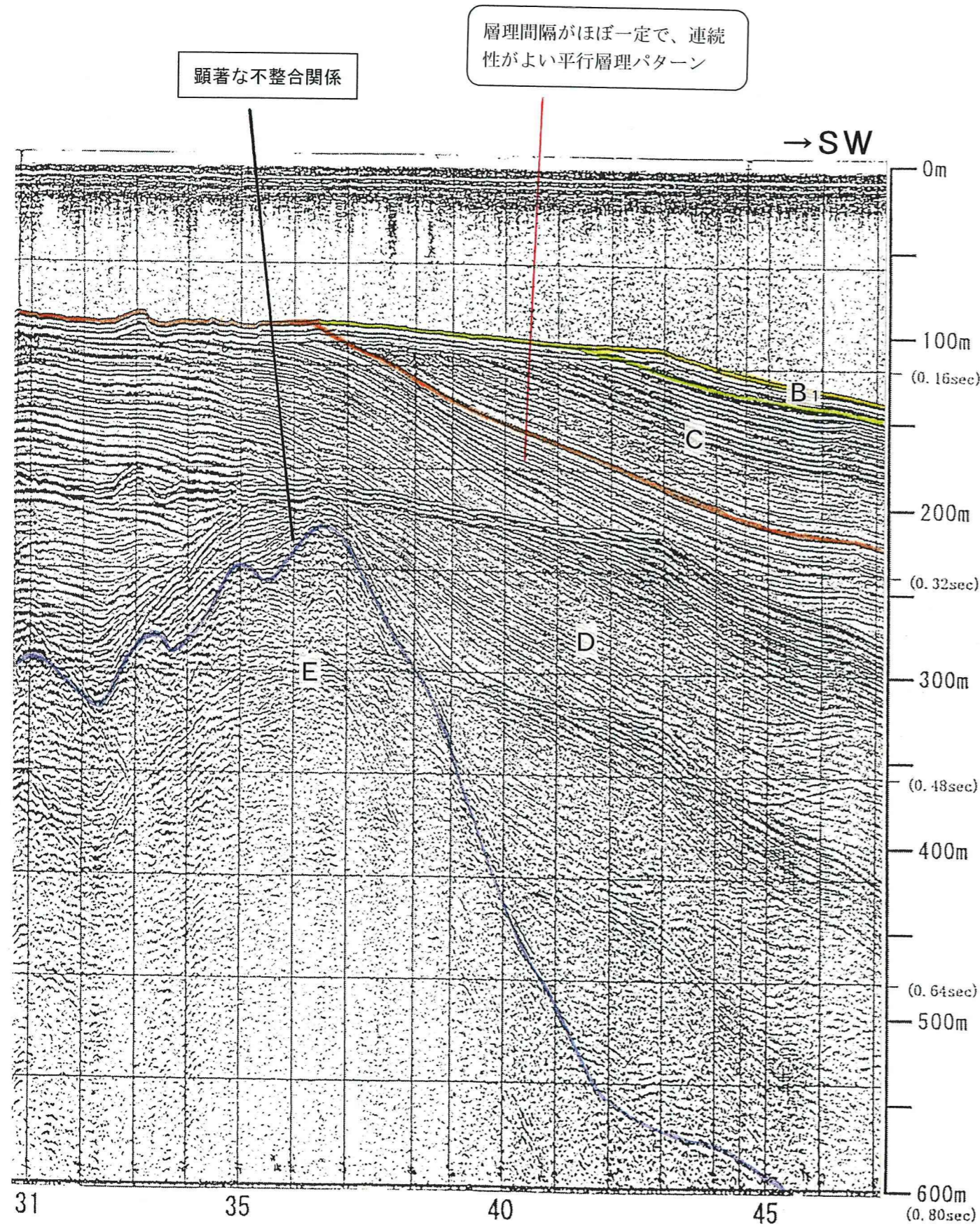
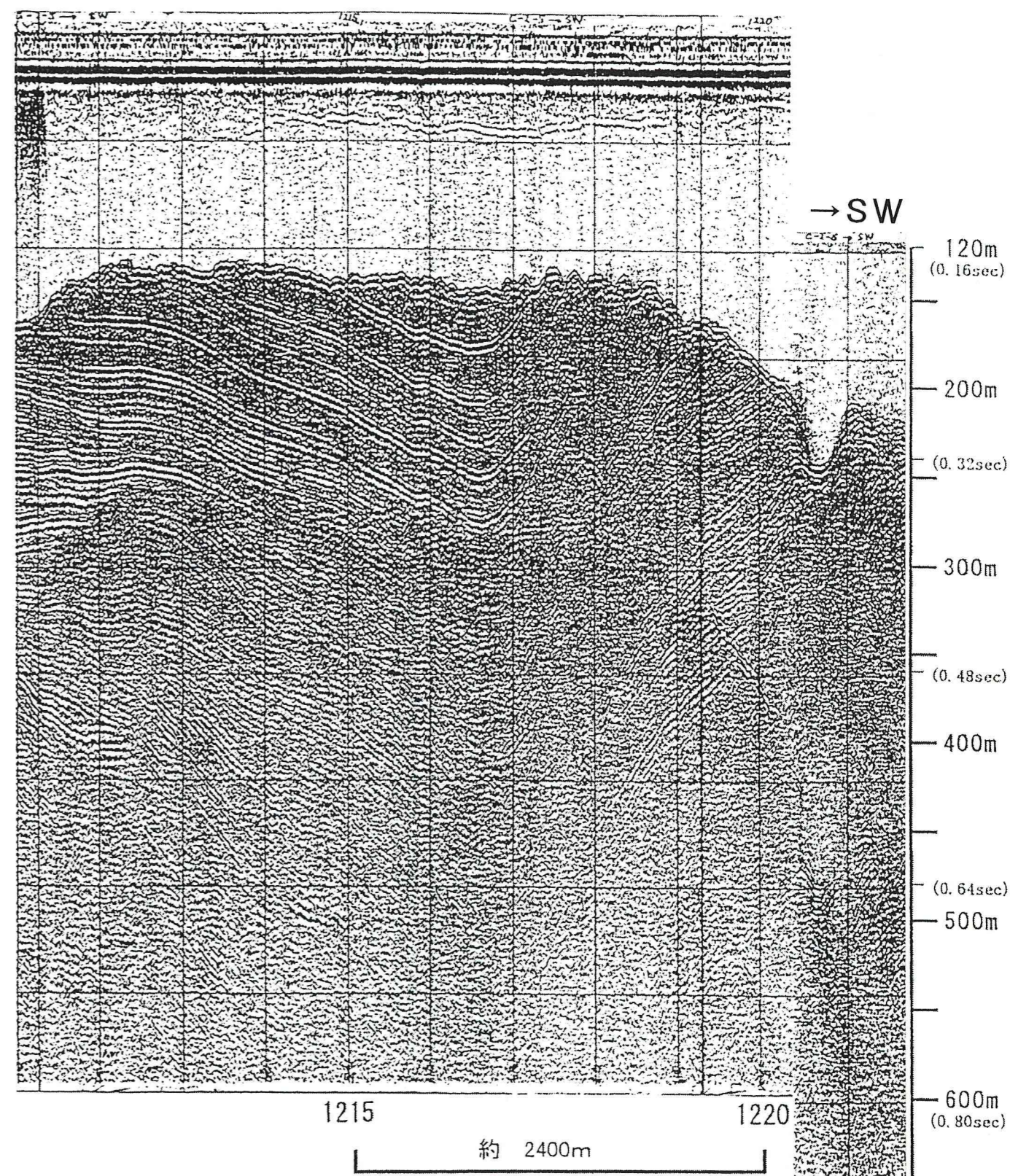
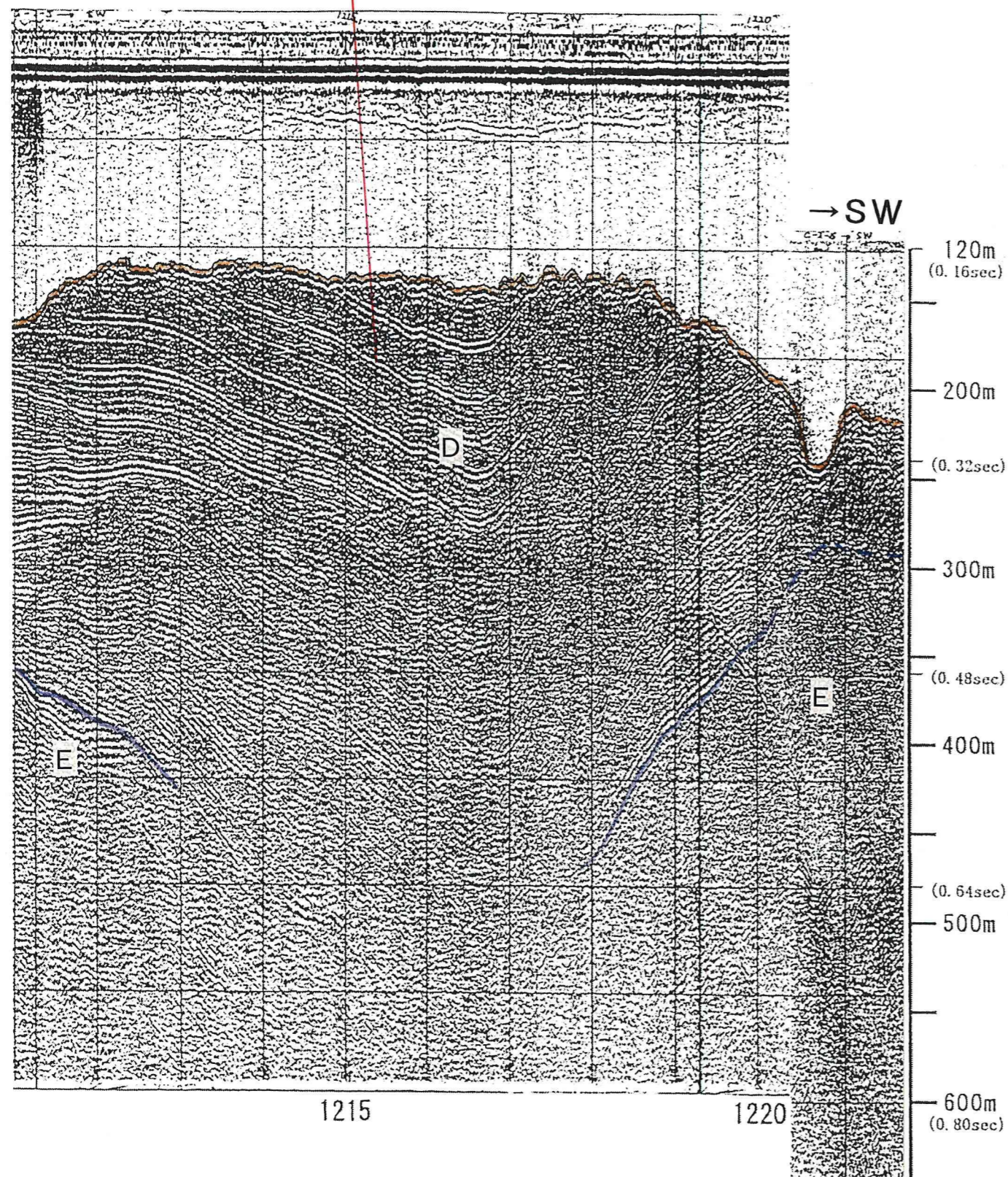


図-3.1(9) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

連続性がよく、層理間隔がほぼ一定の層理パターン



V.E. ≒ 10

図-3.1(10) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン

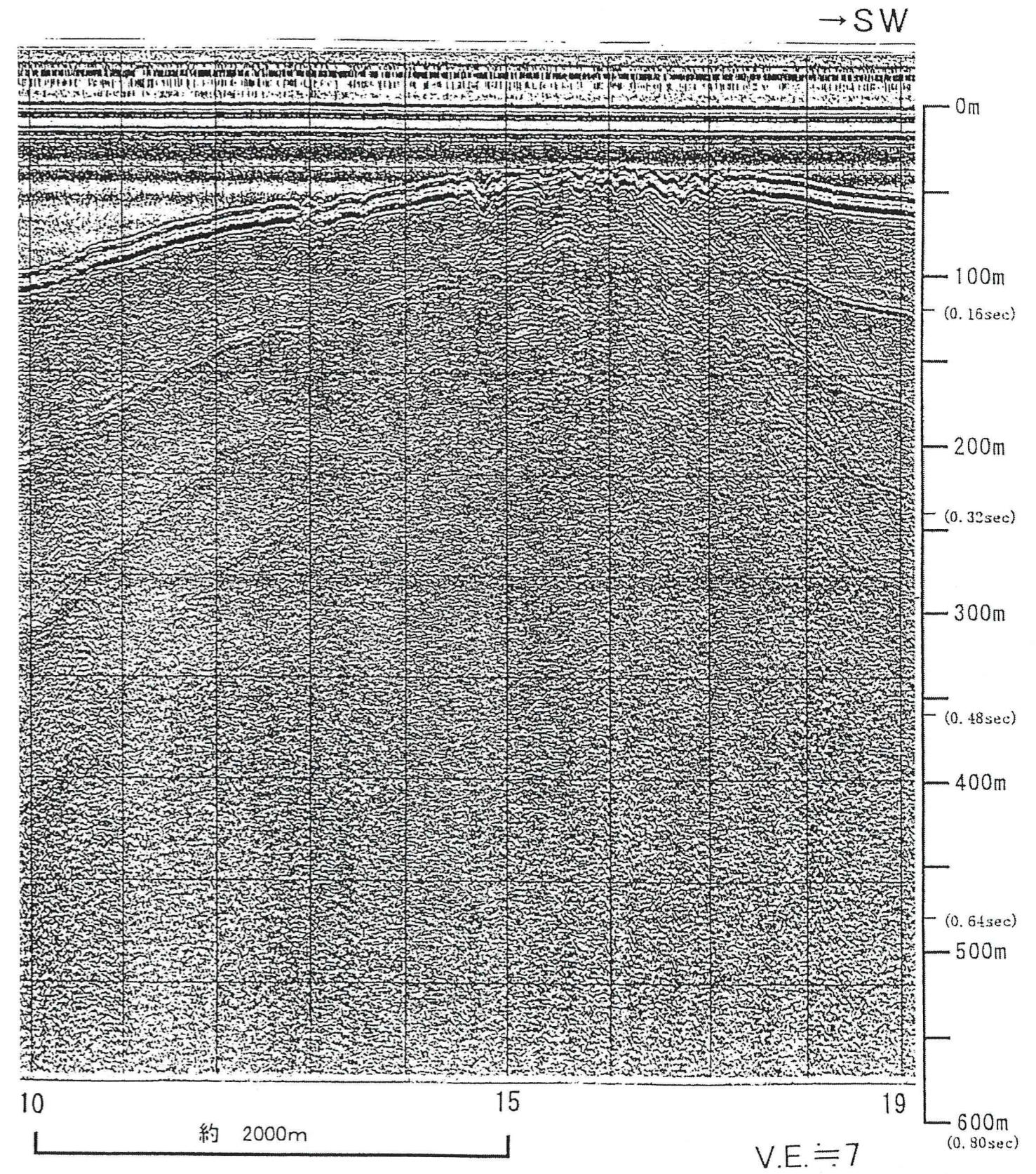
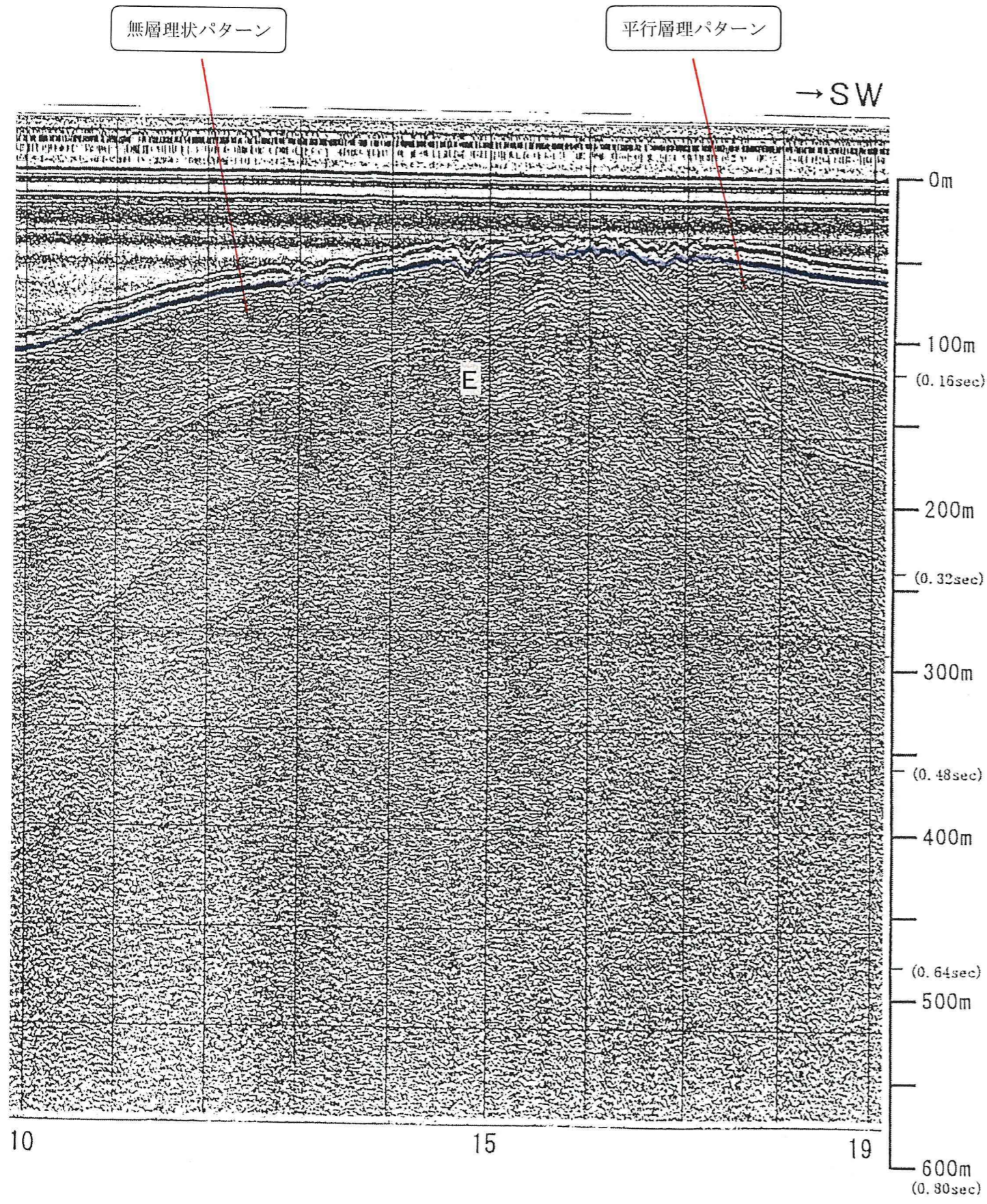
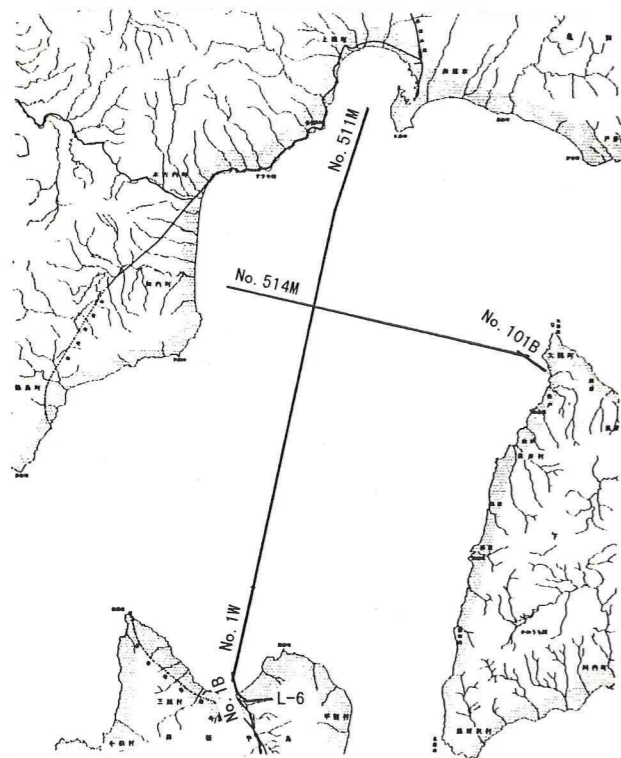
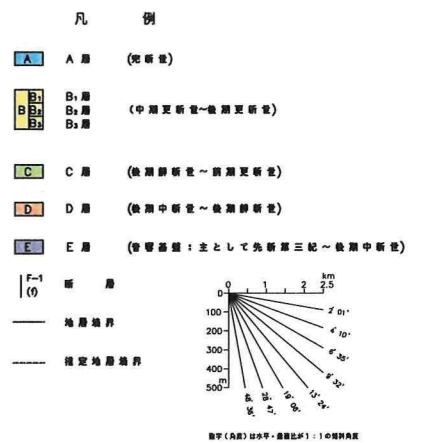
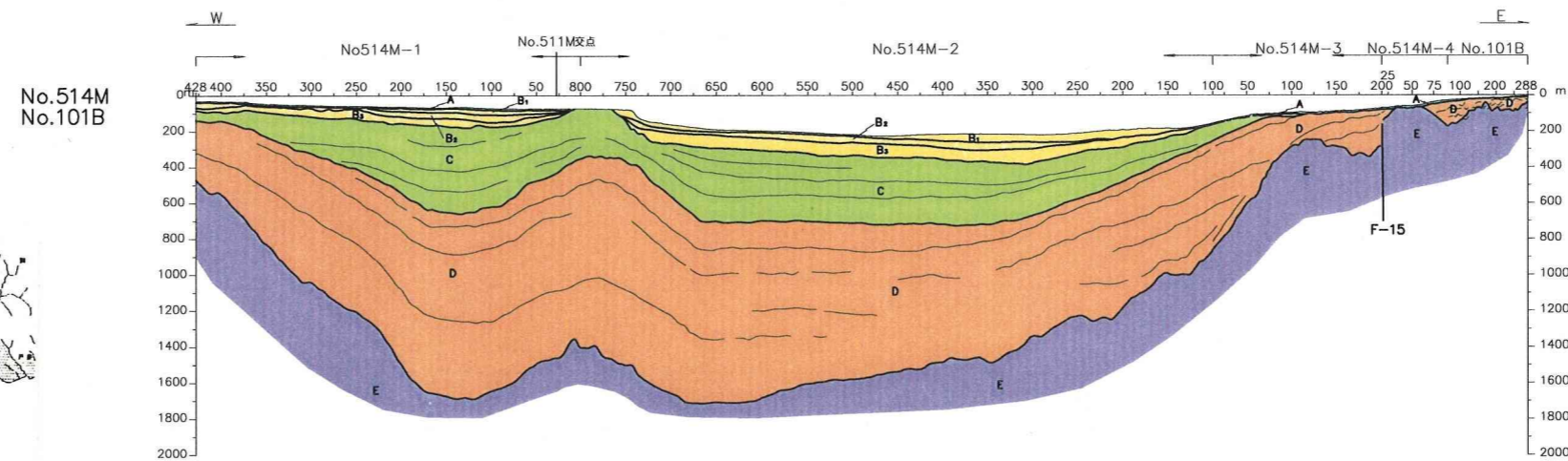
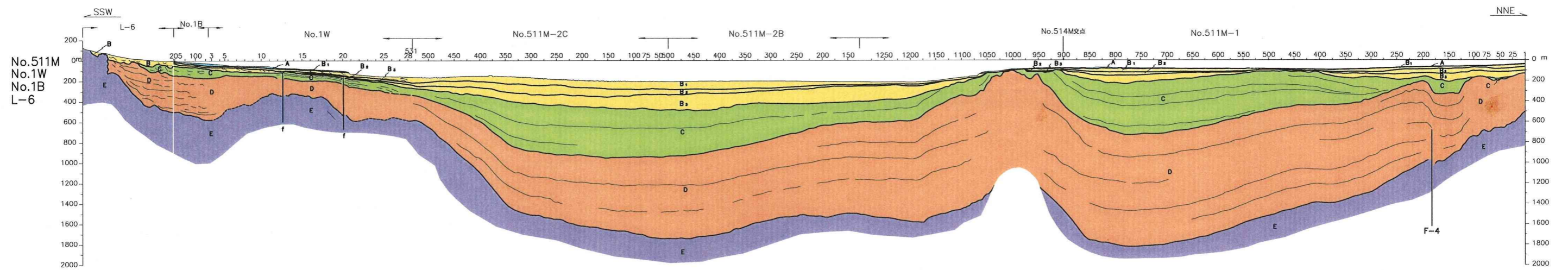


図-3.1(11) 敷地前面海域の代表的音響反射パターン



図-3.2(1) 敷地前面海域の代表的海底地質断面図(位置図)



断面位置図

図-3.2(2) 敷地前面海域の代表的海底地質断面図(断面図)

4. 敷地前面海域の音響層序毎の時代

上記により区分した海域に分布する地層のそれぞれについて、次に述べる海上ボーリングによる地質、採泥試料の分析結果、文献による海域の地質、海域と陸域との連続的な地層分布等と、それぞれ比較・検討することによりその時代対比を行っている。

4.1 海上ボーリング調査による対比

(1) 大間沖の地質

敷地西方の大間沖で、申請者が、海上ボーリング及び同ボーリング地点の直上とそのごく近傍で音波探査を実施している。音波探査測線とボーリング位置を図-4.1 に、音波探査記録とボーリング調査結果を図-4.2 にそれぞれ示す。

ボーリングで認められた地層は、ボーリングコアの岩相判定や、フィッシュン・トラック法による年代測定等から、敷地周辺陸域に分布する大畑層、易国間層、大間層等に対比している。音波探査の記録断面図とボーリング資料とを対比した結果、D層を後期中新世～後期鮮新世の大畑層に、E層を中期中新世～後期中新世の易国間層及び大間層にそれぞれ対比している。

(2) 大間沖におけるE層内の地層区分

敷地前面海域におけるE層は、地層中の一部にやや不明瞭で、側方への連続性にやや乏しい反射面が認められるものの、全般的に無層理状であり、細区分していないとしている。

しかしながら、大間沖における音波探査の記録断面図（図-4.2